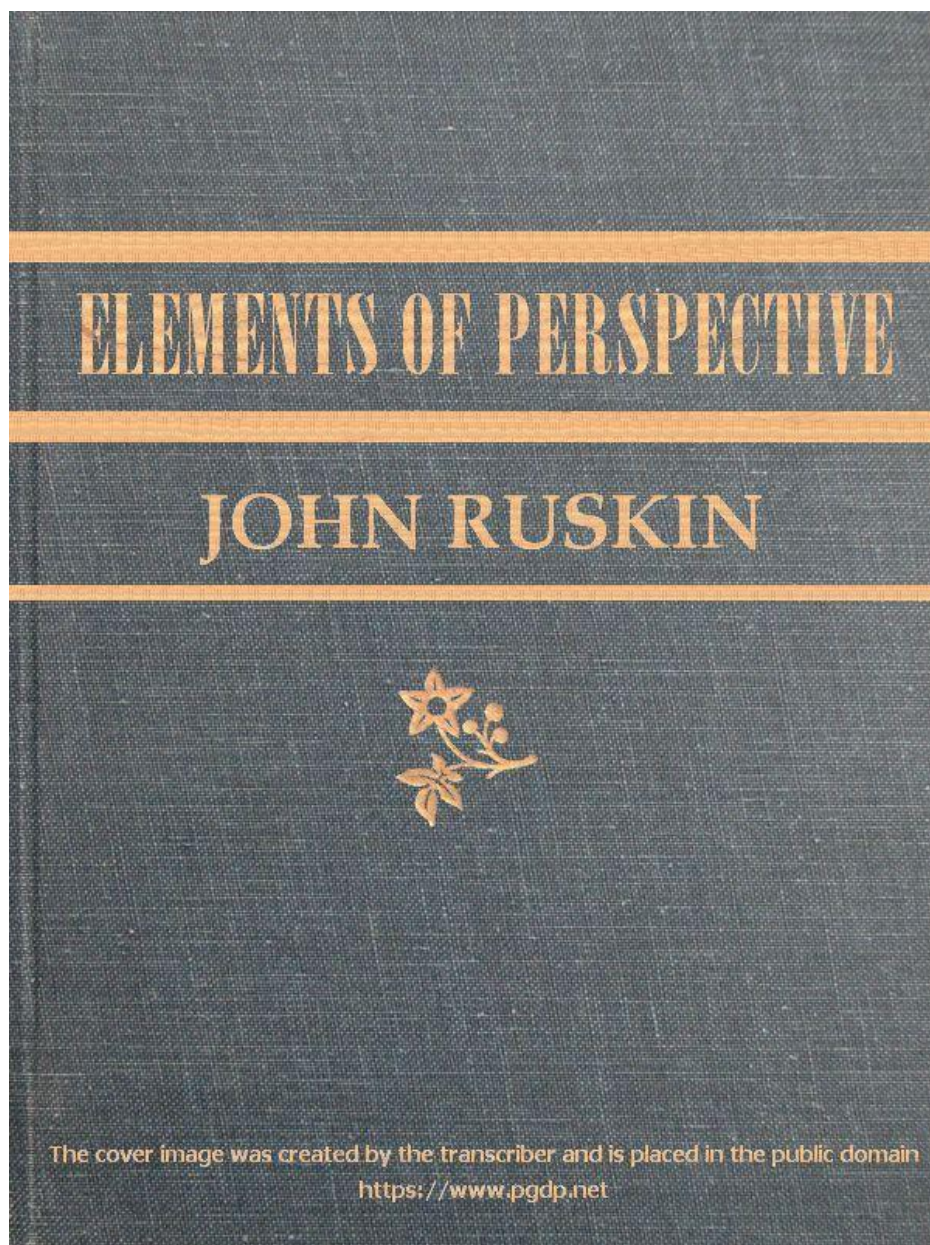


# Элементы перспективы, предназначенные для использования в школах и для чтения в связи с первыми тремя книгами Евклида

Джон Раскин



# Электронная книга проекта Гутенберга об элементах перспективы

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу [www.gutenberg.org](http://www.gutenberg.org). Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

**Название:** Элементы перспективы

**Автор:** Джон Раскин

**Дата выхода:** 30 ноября 2019 [Электронная книга № 60816]

Последнее обновление: 17 октября 2024

**Язык:** Английский

**Титры:** Продюсерами выступили Джульет Сазерленд, Дэвид Уилсон и команда онлайн-редакторов, распространяющих корректуру по адресу <http://www.pgdp.net>

\*\*\* НАЧАЛО ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "ЭЛЕМЕНТЫ ПЕРСПЕКТИВЫ" \*\*\*

---

## Примечание переписчика

Для этой электронной книги требуется поддержка следующих символов Юникода: ∠угол, : отношение, ::пропорция, ∴следовательно, ' простое число и " двойное простое число.

Сноски с римской нумерацией[i] ссылаются на изображения текста, где встречаются символы соотношения и пропорциональности.

[pi]

Библиотечное издание

---

ПОЛНОЕ СОБРАНИЕ СОЧИНЕНИЙ ДЖОНА РЕСКИНА

ЭЛЕМЕНТЫ РИСУНКА И  
ПЕРСПЕКТИВА  
ДВА ПУТИ  
К ЭТОМУ ПОСЛЕДНЕМУ  
КУНЖУТ И ЛИЛИИ  
ЭТИКА ПРАХА  
МУНЕРА ПУЛЬВЕРИС

---

НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕЧНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
НЬЮ-ЙОРК ЧИКАГО

## ЭЛЕМЕНТЫ ПЕРСПЕКТИВЫ

ОРГАНИЗОВАНО ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШКОЛАМИ

И ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ ЧТЕНИЯ В СВЯЗИ С ПЕРВЫМИ ТРЕМЯ КНИГАМИ ЕВКЛИДА.

### СОДЕРЖАНИЕ.

---

|                                                                                                                      | СТРАНИЦА |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Предисловия                                                                                                          | ix       |
| Введение                                                                                                             | 1        |
| ЗАДАЧА I.                                                                                                            |          |
| Определить положение заданной точки                                                                                  | 10       |
| ЗАДАЧА II.                                                                                                           |          |
| Провести прямую линию между двумя заданными точками                                                                  | 13       |
| ЗАДАЧА III.                                                                                                          |          |
| Найти точку схода заданной горизонтальной линии                                                                      | 17       |
| ЗАДАЧА IV.                                                                                                           |          |
| Найти точки разделения данной горизонтальной линии                                                                   | 23       |
| ЗАДАЧА V.                                                                                                            |          |
| Провести горизонтальную линию, заданную по положению и величине, с помощью ее визуальной величины и точек разделения | 24       |
| ЗАДАЧА VI.                                                                                                           |          |
| Нарисовать любой треугольник, заданный по                                                                            | 27       |

положению и величине, в горизонтальной плоскости

#### ЗАДАЧА VII.

Нарисовать любую прямолинейную четырехугольную фигуру, заданную по положению и величине, в горизонтальной плоскости

29

#### ЗАДАЧА VIII.

Нарисовать квадрат, заданный по положению и величине, в горизонтальной плоскости

31

[pvi]

#### ЗАДАЧА IX.

Нарисовать квадратный столб, заданный по положению и величине, основание и вершина которого находятся в горизонтальных плоскостях

34

#### ЗАДАЧА X.

Нарисовать Пирамиду, заданную по положению и величине, на квадратном основании в горизонтальной плоскости

36

#### ЗАДАЧА XI.

Как нарисовать любую кривую в горизонтальной или вертикальной плоскости

38

#### ЗАДАЧА XII.

Как разделить Круг, нарисованный в перспективе, на любое заданное количество равных частей

42

#### ЗАДАЧА XIII.

Нарисовать Квадрат, заданный по величине, внутри большего квадрата, заданного по положению и величине; стороны двух квадратов параллельны

45

#### ЗАДАЧА XIV.

Нарисовать усеченный круглый конус,

47

заданный по положению и величине, причем усечения расположены в горизонтальных плоскостях, а ось конуса вертикальная

#### ЗАДАЧА XV.

Провести наклонную линию, указанную в Положении и величине 50

#### ЗАДАЧА XVI.

Найти точку схода заданной наклонной прямой 53

#### ЗАДАЧА XVII.

Найти точки деления данной наклонной прямой 55

#### ЗАДАЧА XVIII.

Найти линию визирования наклонной плоскости, в которой две прямые заданы в положении 57

[стр. vii]

#### ЗАДАЧА XIX.

Найти точку схода самых крутых прямых в наклонной плоскости, линия видимости которой задана 59

#### ЗАДАЧА XX.

Найти точку схода прямых, перпендикулярных поверхности заданной наклонной плоскости 61

---

### ПРИЛОЖЕНИЕ.

#### I.

Практика и наблюдения по предыдущим задачам 69

#### II.

Демонстрации, которые неудобно включить в Текст 99

## [стр. ix] ПРЕДИСЛОВИЕ.

Некоторое время назад я почувствовал, что среди студентов, изучающих рисование, существует потребность в письменном кодексе законов точной перспективы; используемые способы построения разнообразны и, для решения некоторых проблем, недостаточны. Было бы желательно составить такой кодекс популярным языком, чтобы устранить наиболее отталкивающие трудности предмета; но, поскольку такая популяризация была бы невозможна без сложных цифр и длинных объяснений, на подготовку которых у меня не было времени, я изложил необходимые правила в краткой математической форме, которую любой школьник может прочитать за несколько дней, после того как он освоит первые три и шестую книги Евклида.

Были допущены некоторые неловкие компромиссы между первой попыткой популярного объяснения и более строгим оформлением, включающим неправильные буквы и избыточную фразеологию; но в настоящее время я не могу сделать большего и поэтому оставляю книгу на суд читателей, надеясь, что, если школьные учителя сочтут ее соответствующей ее назначению, я смогу впоследствии привести ее в лучшую форму.[\[Сноска 1\]](#)

Описание практических методов, достаточное для общих целей рисования эскизов, действительно могло бы занять [\[рх\]](#) гораздо меньше места: но если ученик внимательно прочтет следующие страницы, он не только обнаружит, что при случае способен решать задачи перспективы большей сложности, чем позволяют обычные правила, но и получит ключ ко многим важным законам живописного эффекта, не менее важным, чем законы контура. Изучаемый таким образом предмет становится, по крайней мере, на мой взгляд, очень любопытным; но для студентов, которые не могут или не желают изучать его в такой абстрактной форме, я полагаю, что вскоре будет оказана хорошая помощь в виде серии практических иллюстраций, которые сейчас готовит мистер Левенгер. Я не видел это эссе в продвинутом состоянии, но иллюстрации, показанные мне, были очень четкими и хорошими; и, поскольку автор много думал об их оформлении, я надеюсь, что его работа будет именно тем, чего хочет обычный ученик.

Студенты, желающие углубиться в изучение предмета в его более широких областях, найдут, я полагаю, трактат Клоке лучшим из опубликованных до сих пор.[\[Сноска 2\]](#)

[\[Сноска 1: Некоторые неточности в расположении были допущены просто ради удобства ссылки; например, восьмую проблему следовало бы рассматривать как пример седьмой, но она изложена отдельно из-за ее важности.](#)

Несколько конструкций, которые должны были быть приведены в качестве задач, напротив, приведены в качестве следствий, чтобы более непосредственно связанные задачи располагались в более тесной последовательности; таким образом, [из оглавления](#) следует, что построение прямоугольников и многоугольников в вертикальных плоскостях было опущено, поскольку оно приведено в [следствии к задаче IX.](#) [Вернуться к тексту](#)

[\[Footnote 2: Nouveau Traité Élémentaire de Perspective. Bachelier, 1823.\]](#) [Вернуться к тексту](#)

## ЭЛЕМЕНТЫ ПЕРСПЕКТИВЫ.

---

### Введение.

Когда вы начнете читать эту книгу, сядьте поближе к окну и закройте его. Я надеюсь, что вид из него красивый; но, каким бы ни был вид, мы найдем в нем достаточно для иллюстрации первых принципов перспективы (или, буквально, “взгляда сквозь”).

Каждое стекло вашего окна можно рассматривать, если вы пожелаете, как изображение на стекле; и то, что вы видите сквозь него, нарисовано на его поверхности.

И если, не поднимая головы, вы протянете руку к стеклу, вы можете кистью с любым густым оттенком грубо обвести линии пейзажа на стекле.

Но для этого вы должны держать голову очень неподвижно. Вы не только не должны двигать его ни вбок, ни вверх и вниз, но оно не должно даже двигаться назад или вперед; ибо, если вы подадите голову вперед, вы увидите *больше* пейзажа через стекло; а если вы подадите ее назад, вы увидите *меньше*: или рассматривая оконное стекло как картину, когда вы приближаете к нему голову, объекты нарисованы маленькими, и очень многие из них занимают небольшое пространство; но когда вы отводите голову на некоторое расстояние назад, объекты на стекле нарисованы крупнее, а меньшее их количество. Многие из них уходят в сферу информационных технологий.

Но, помимо того, что вы должны держать голову неподвижно, вы должны, когда пытаетесь проследить рисунок на стекле, закрыть один глаз. Если вы этого не сделаете, кончик кисти покажется двойным; и, при дальнейшем эксперименте вы заметите, что каждый из ваших глаз видит объект в разных местах на стекле, так что линия, соответствующая зрению правого глаза, находится на пару дюймов (или больше, в зависимости от вашего расстояния от стекла) левее линии, соответствующей зрению левого.

Таким образом, правильно нарисовать то, что вы видите через окно, на поверхности стекла можно, только зафиксировав один глаз в заданной точке и не перемещая его ни вправо, ни влево, ни вверх, ни вниз, ни назад, ни вперед. Каждое изображение, нарисованное в истинной перспективе, может рассматриваться как вертикальный кусок стекла, [\[Сноска 3\]](#) на котором таким образом были нарисованы объекты, видимые через него. Следовательно, перспектива может быть совершенно правильной только в том случае, если она рассчитана для одного фиксированного положения глаза наблюдателя; и она никогда не будет казаться *обманчиво* правильной, если не смотреть точно с той точки, для которой она рассчитана. Однако обычай позволяет нам чувствовать правильность работы с использованием обоих глаз и быть довольными ею, даже когда мы стоим на некотором расстоянии от точки, для которой она предназначена.

Предположим, что вместо окна справа и слева от вас и высоко впереди простирается цельная хрустальная пластина, и что у вас есть кисть сколь угодно длинной (допустим, длиной в милю), и вы можете рисовать такой кистью, тогда облака высоко вверху, почти над вашей головой, и пейзаж вдаль справа и слева можно было бы нарисовать на этом огромном хрустальном

поле.[\[Сноска 4\]](#) Но если бы поле было таким огромным (предположим, в милю высотой и в милю шириной), конечно, после того, как снимок был сделан, вы бы не стояли так близко к нему, чтобы видеть его, как вы сейчас сидите у своего окна. Чтобы разглядеть верхние облака в свой большой бинокль, вам пришлось бы сильно вытянуть шею назад, а никому не нравится запрокидывать шею, чтобы увидеть верхнюю часть снимка. Итак, вы проделали бы долгий путь назад, чтобы увидеть великую картину — возможно, четверть мили, — и тогда вся перспектива была бы неправильной и выглядела бы совершенно искаженной, и вы обнаружили бы, что вам следовало нарисовать ее с большего расстояния, если вы хотели смотреть на нее с такого расстояния. Таким образом, расстояние, на котором вы предполагаете расположить наблюдателя от изображения и для которого вы рассчитываете перспективу, должно в определенной степени регулировать размер изображения. Если вы размещаете точку наблюдения рядом с холстом, вам не следует делать картину очень большой: *наоборот*, если вы размещаете точку наблюдения далеко от холста, вам не следует делать ее очень маленькой; следовательно, расположение этой точки наблюдения определяет, для удобства, в определенных пределах, размер вашей картины. Но этот размер не определяется никакими законами перспективы; и это ошибка, совершаемая многими авторами, пишущими о перспективе, связывать некоторые из своих правил определенно с размером картины. Ибо, предположим, что то, что вы сейчас видите в своем окне, было нарисовано фактически на его поверхности, было бы совершенно необязательно вырезать любой выбранный вами фрагмент с тем фрагментом пейзажа, который был нарисован на нем. У вас может быть только половина окна с одним деревом; или целое окно с двумя деревьями и коттеджем; или два окна со всем двором фермы и прудом; или четыре окна со двором фермы, прудом и передним планом. И любой из этих фрагментов, если бы изображенный на них пейзаж был как сцена приятно скомпонован, представлял бы собой приятные картины, хотя и совершенно разных размеров; и все же все они были бы рассчитаны на одинаковое расстояние наблюдения.

Поэтому в следующем трактате я оставляю размер картины полностью неопределенным. Я рассматриваю пространство холста как совершенно неограниченное и при этом условии определяю законы перспективы. После того, как мы узнаем, как применять эти законы без ограничений, мы посмотрим, какие ограничения размера изображения могут оказаться целесообразными в результате их применения.

Но хотя размер *изображения*, таким образом, не зависит [от](#) расстояния до наблюдателя, размер *объекта, представленного* на изображении, не зависит. Напротив, этот размер установлен абсолютным математическим законом; иными словами, предположим, вам нужно нарисовать башню высотой в сто футов на расстоянии четверти мили от вас, высота, которую вы должны придать этой башне на вашем листе бумаги, зависит с математической точностью от расстояния, на котором вы намереваетесь разместить свой лист бумаги. Итак, также соблюдайте все правила рисования формы башни, какой бы она ни была.

Следовательно, первое, что нужно сделать, приступая к рисованию, - это установить, по вашему выбору, это расстояние наблюдения или дистанцию, на которой вы намереваетесь стоять от своей бумаги. После того, как это определено, определено все, за исключением только конечного размера вашего изображения, который вы можете увеличить или уменьшить, не изменяя размер изображенных предметов, *аберя больше или меньше* из них. Итак, прежде чем приступить к применению какого-либо практического правила перспективы, мы всегда должны

отмечать наше расстояние наблюдения, и наиболее удобным способом его обозначения является следующий:

РАЗМЕЩЕНИЕ ТОЧКИ ОБЗОРА, ЛИНИИ ОБЗОРА, ТОЧКИ СТАНЦИИ И ЛИНИИ СТАНЦИИ.

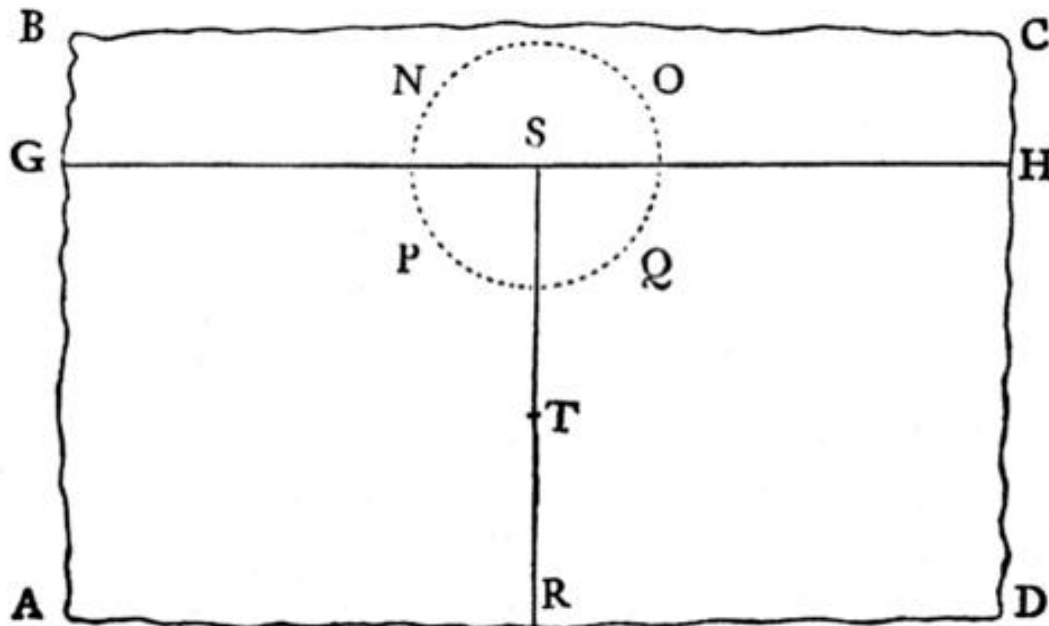


Рис. 1.

### I. Точка обзора.-

Пусть A B C D, [рис. 1.](#), будет вашим листом бумаги, чем больше, тем лучше, хотя, возможно, в конце концов мы сможем вырезать из него только маленький кусочек для нашего рисунка, например, пунктирный круг N O P Q. Этот круг не предназначен для ограничения размера или формы нашего рисунка: в конечном итоге он может получиться круглым или овальным, горизонтальным или вертикальным, маленьким или большим, по вашему выбору. Я только расставляю точки над линией, чтобы дать вам представление о том, где вы, вероятно, хотели бы ее разместить; и, поскольку операции с перспективой удобнее выполнять на бумаге под рисунком, чем над ним, я помещаю этот предполагаемый круг в верхней части листа, примерно посередине, оставляя много бумаги с обеих сторон и внизу. Теперь, поскольку наблюдатель обычно стоит ближе к середине картинке, чтобы посмотреть на нее, нам лучше сначала, для простоты, зафиксировать точку наблюдения напротив середины нашей предполагаемой картинке. Итак, возьмите точку S, центр круга N O P Q; — или, что будет проще для вас в вашей собственной работе, возьмите точку S наугад в верхней части листа и очертите вокруг нее круг N O P Q любого размера, который вам нравится. Тогда точка S должна представлять точку, *противоположную* которой вы хотите, чтобы наблюдатель на вашей картине поместил свой глаз, глядя на нее. Назовем эту точку “Точкой обзора”.

## II. Линия обзора.—

Через точку визирования S проведите горизонтальную линию Gh прямо поперек листа бумаги из стороны в сторону и назовите эту линию “Линией визирования”.

Эта линия имеет большое практическое значение, поскольку отражает уровень глаз наблюдателя на всем протяжении снимка. В дальнейшем вы обнаружите, что если на вашем рисунке должен быть изображен горизонт, например, далекое море или равнина, то эта линия определяет его.

## III. Линия станции.—

От S проведите перпендикулярную линию, Sr, к нижней части листа и назовите эту линию “Линией станции”.

Это линия, на которой стоит наблюдатель, на большее или меньшее расстояние от картины; и это должно быть *представлял*, как нарисованные прямо с бумаги в точке С. держите бумагу в вертикальном положении напротив вас, и вы держите карандаш горизонтально, с ее точки от точки S, как если бы вы хотели, чтобы запустить его через бумагу, и карандаш будет представлять, в каком направлении С Р должны быть сделаны. Но поскольку все измерения, которые мы должны провести по этой линии, и операции, которые мы должны выполнить с ней, точно такие же, когда она нарисована на самой бумаге, ниже S, какими они были бы, если бы она была представлена проволокой в положении выровненного карандаша, и поскольку их гораздо легче выполнить, когда она нарисована на бумаге, на практике всегда рисуется именно так.

## IV. Пункт назначения.—

На этой линии отметьте расстояние S Т по своему усмотрению, обозначающее расстояние, на котором вы хотите, чтобы ваше изображение было видно, и назовите точку Т “Точкой станции”.

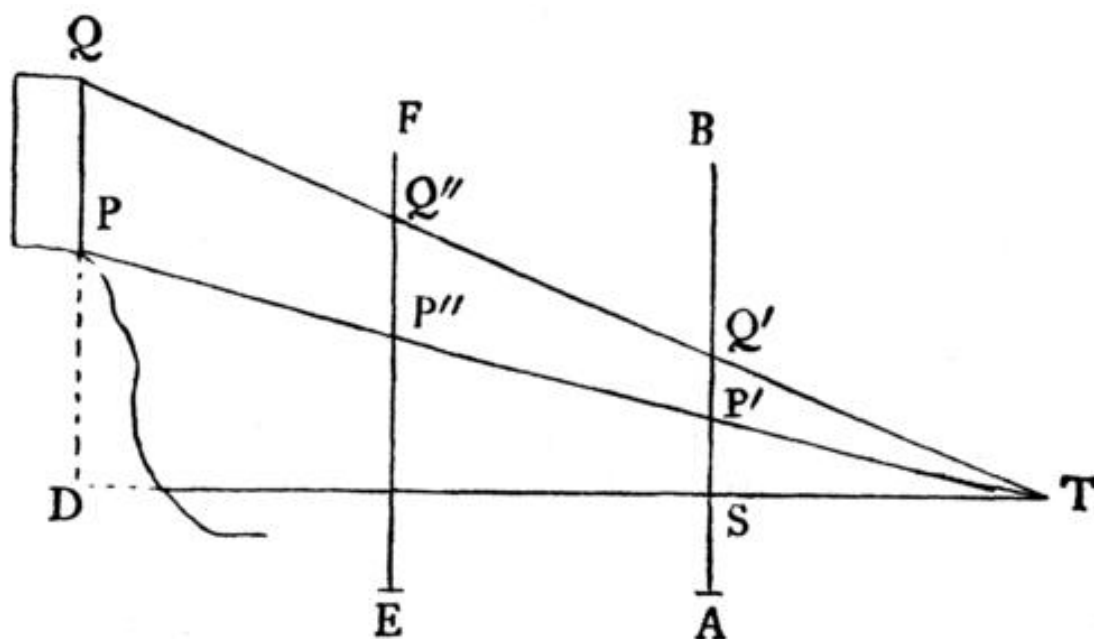


Рис. 2.

На практике, как правило, рекомендуется делать расстояние  $St$  примерно таким же, как диаметр предполагаемого изображения; и оно должно, по большей части, быть больше, а не меньше; но, как я только что заявил, это совершенно произвольно. Однако на этом рисунке, в качестве приближения к обычно рекомендуемому расстоянию, я делаю расстояние  $St$  равным диаметру окружности  $N$   $Op$   $Q$ . Теперь, установив это расстояние,  $St$ , все размеры объектов на нашем рисунке будут установлены аналогичным образом, и по этой причине:—

Пусть вертикальная линия  $Ab$ , [рис. 2.](#), представляет собой оконное стекло, расположенное там, где должно быть помещено наше изображение; но видимое сбоку от него, по краям; пусть  $S$  будет точкой обзора; линия станции, которую вы видите на этом рисунке, находится в ее истинном положении, вытянута за пределы бумаги, а не вниз по ней; и  $T$  точка станции. В

Предположим, что линия станции  $St$  должна быть продолжена, или, выражаясь математическим языком, “произведена”, через  $S$ , далеко за пределами оконного стекла, и пусть  $Pq$  будет башней или другим вертикальным объектом, расположенным на этой линии или над ней.

Теперь *видимая* высота башни  $PQ$  измеряется углом  $QT$ .П., между лучами света, которые приходят из верхней и нижней его частей к глазу наблюдателя. Но *фактическая* высота изображения башни на стекле  $Ab$ , между нами и ней, равна расстоянию  $P'Q'$  между точками, где лучи пересекают стекло.

Очевидно, что чем дальше от точки  $T$  мы размещаем стекло, делая его длиннее, тем крупнее будет изображение; и чем ближе мы размещаем его к точке  $T$ , тем меньше изображение, и то в фиксированном соотношении. Пусть расстояние  $Dt$  равно прямому расстоянию от точки Станции до подножия объекта. Затем, если мы поместим стекло  $Ab$  на одну треть всего этого расстояния,  $P'Q'$  составит одну треть реальной высоты объекта; если мы поместим стекло на две трети расстояния, как в  $Ef$ ,  $P''Q''$  (высота изображения в этой точке) составит две трети высоты [\[Сноска 5\]](#) объекта и так далее. Следовательно, математический закон таков, что  $P'Q'$

будет относиться к  $PQ$  как  $ST$  к  $DT$ . Я четко обозначил это соотношение само по себе, чтобы вы могли его запомнить:

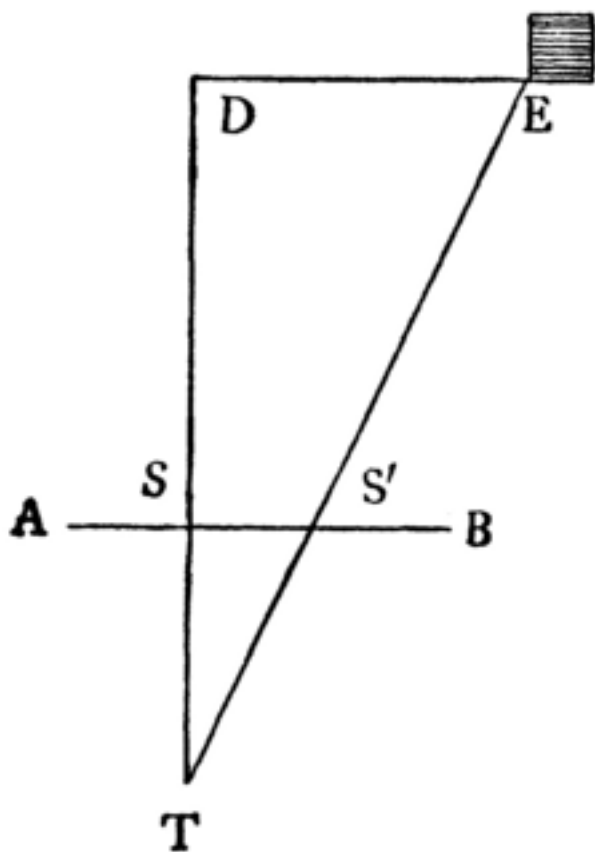
$$P'Q' : PQ :: ST : DT \text{ [уравнение i]}$$

или прописью:

$P$  тире  $Q$  тире относится к  $PQ$  как  $ST$  к  $DT$

В какой формуле помните, что  $P'Q'$  - высота появления объекта на картинке;  $PQ$  - высота самого объекта;  $S$  - точка обзора;  $T$  - точка расположения;  $D$  - точка на прямом расстоянии от объекта; хотя объект редко помещается фактически на полученной линии и может находиться далеко справа или слева от нее, формула остается той же.

Пусть  $S$ , [рис. 3.](#), будет точкой обзора, а  $Ab$  - стеклом — здесь видно, что оно смотрит *вниз* по его *верхнему краю*, а не вбок; — тогда, если башня (представленная сейчас, как на карте, темным квадратом) находится не в точке  $D$  на полученной линии  $St$ , а в точке  $E$ , справа (или слева) от наблюдателя, все равно видимая высота башни на  $Ab$  будет равна  $S'T$  к  $ET$ , что является тем же отношением, что и отношение  $ST$  к  $DT$ .



**Рис. 3.**

Теперь во многих перспективных задачах положение объекта удобнее выражать двумя измерениями  $Dt$  и  $De$ , чем одним наклонным измерением  $Et$

Я буду называть  $D_t$  "прямым расстоянием" до объекта в точке  $E$ , а  $D_e$  - его "боковым расстоянием". Называть  $D_t$  его "прямым" расстоянием - это скорее вольность, поскольку  $E_t$  - более прямое из двух; но нет другого термина, который не вызвал бы путаницы.

Наконец, чтобы дополнить наши знания о положении объекта, необходимо указать вертикальную высоту некоторой точки на нем, выше или ниже глаза; то есть либо  $D_p$ , либо  $D_q$  [нарис. 2.](#)[\[Сноска 6\]](#) : это я буду называть "расстоянием по вертикали" от указанной точки. Во всех задачах перспективы эти три расстояния и размеры объекта должны быть указаны, в противном случае задача будет задана несовершенно. От нас не следует требовать просто нарисовать комнату или церковь в перспективе; но нарисовать *эту* комнату с *этого* угла и *ту* церковь на *том* месте в перспективе. Хотите знать, как основывать свои рисунки на измерениях и места объекта, я знал практикуются студенты представляют приходской церкви, конечно, в истинном свете, но с нефом около двух миль и полтора длиннее.

Это правда, что при рисовании пейзажей с натуры размеры и расстояния до объектов не могут быть точно известны. Однако, когда мы знаем, как правильно их нарисовать, если был указан их размер, нам остается только *предположить рациональное приближение* к их размеру, и результирующий рисунок будет достаточно точным для всех целей. Ни в малейшей степени не имеет значения, что мы представляем отдаленный коттедж длиной в восемнадцать футов, когда на самом деле его всего семнадцать; но гораздо важнее то, что мы не представляем его длиной в восемьдесят футов, как мы легко могли бы сделать, если бы не привыкли отталкиваться от измерений. Следовательно, во всех следующих задачах дается измерение объекта.

Однако учащийся должен заметить, что для приведения диаграмм в удобную форму предполагаемые измерения, как правило, сильно отличаются от любых возможных на практике. Таким образом, на [рис. 3.](#) расстояние  $D_s$  на практике, вероятно, составляло бы полмили или милю, а расстояние  $T_s$  от глаза наблюдателя до листа бумаги - всего два или три фута. Математический закон, однако, в точности одинаков, каковы бы ни были пропорции; и я использую такие пропорции, которые лучше всего рассчитаны, чтобы сделать диаграмму понятной.

Таким образом, теперь условия перспективной задачи следующие:

- Линия визирования  $G$  приведена на [рис. 1.](#);
- Заданная точка  $S$  обзора;
- Задана точка станции  $T$ ; и
- Указаны три расстояния до объекта, [\[Сноска 7\]](#) прямое, боковое и вертикальное, с указанием его размеров.

Размер рисунка, предположительно ограниченный пунктирным кругом, будет определен позже по нашему усмотрению. На этих условиях я сразу приступаю к строительству.

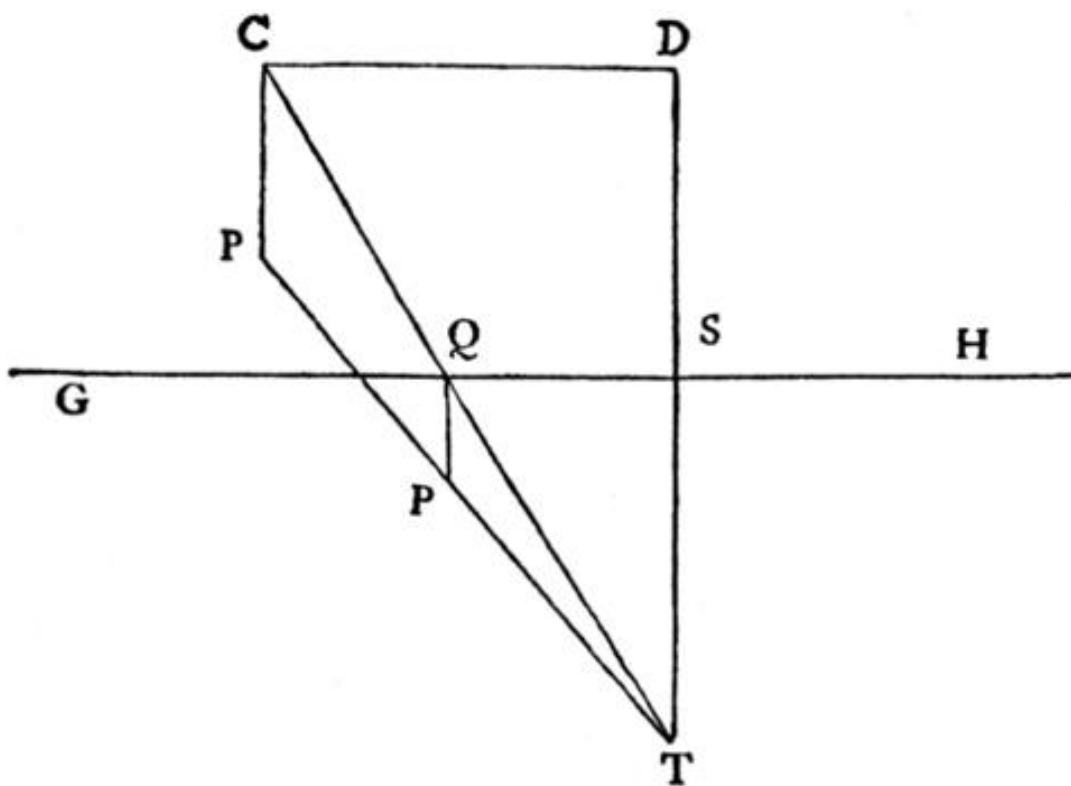
[Примечание 3: Если бы стекло было не вертикальным, а наклонным, объекты все равно можно было бы прорисовывать сквозь него, но тогда их перспектива была бы другой. Перспектива, как обычно преподается, всегда рассчитывается для вертикальной плоскости изображения.]

[Вернуться к тексту](#)

[Сноска 7: Точнее, “три расстояния до любой точки либо в самом объекте, либо указывающие на его расстояние”.] [Вернуться к тексту](#)

ЧТОБЫ ЗАФИКСИРОВАТЬ ПОЛОЖЕНИЕ ЗАДАННОЙ ТОЧКИ. [Сноска 8]

Пусть Р, [рис. 4.](#), является заданной точкой.



**Рис. 4.**

Пусть его прямое расстояние равно  $D_t$ ; боковое расстояние слева -  $D_c$ ; и вертикальное расстояние *под* глазом наблюдателя -  $S_p$ .

[Пусть Gh - линия визирования, S - точка визирования, а T - точка станции.][Сноска 9]

Требуется зафиксировать на плоскости рисунка положение точки Р.

Расположите три расстояния от объекта на бумаге, как показано на [рис. 4.](#)<sup>[Сноска 10]</sup>

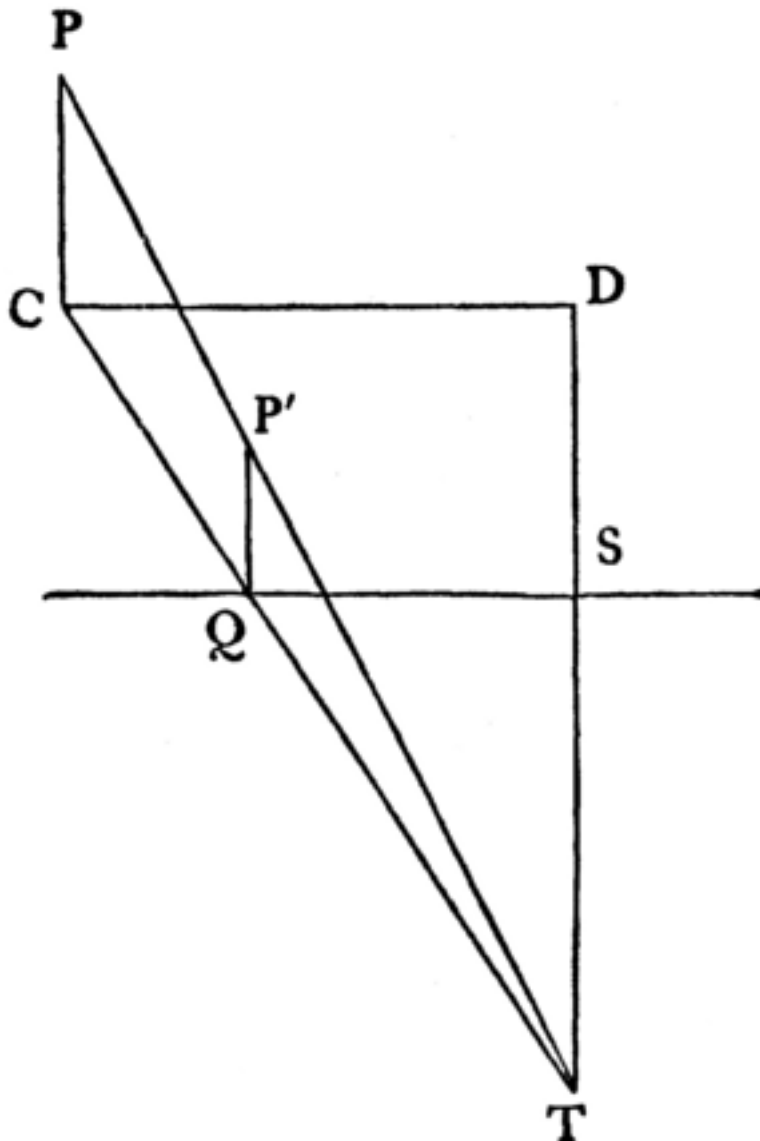
Соединяем  $St$ , разрезая  $Gh$  на  $Q$ .

От  $Q$  отпустите вертикальную линию  $Q P'$ .

Соедините  $P T$ , вырезав  $Q P$  в  $P'$ .

$P'$  - это требуемая точка.

Если точка  $P$  находится *над* глазом наблюдателя, а не под ним,  $Ср$  следует измерять вверх от  $C$ , а  $Q P'$ , проведенное вверх от  $Q$ . Конструкция будет такой, как на [рис. 5.](#)



**Рис. 5.**

И если точка  $P$  находится справа, а не слева от наблюдателя,  $Ср$  следует измерять справа, а не слева.

Рисунки 4. и 5., рассмотренные в зеркале, покажут конструкцию каждого из них, исходя из этого предположения.

Теперь очень внимательно прочтите примеры и примечания к этой задаче в Приложении I. (страница 69). Я поместил их в Приложении, чтобы последовательность следующих задач была более четко прослежена здесь, в тексте; но вы должны прочитать первое приложение, прежде чем продолжить.

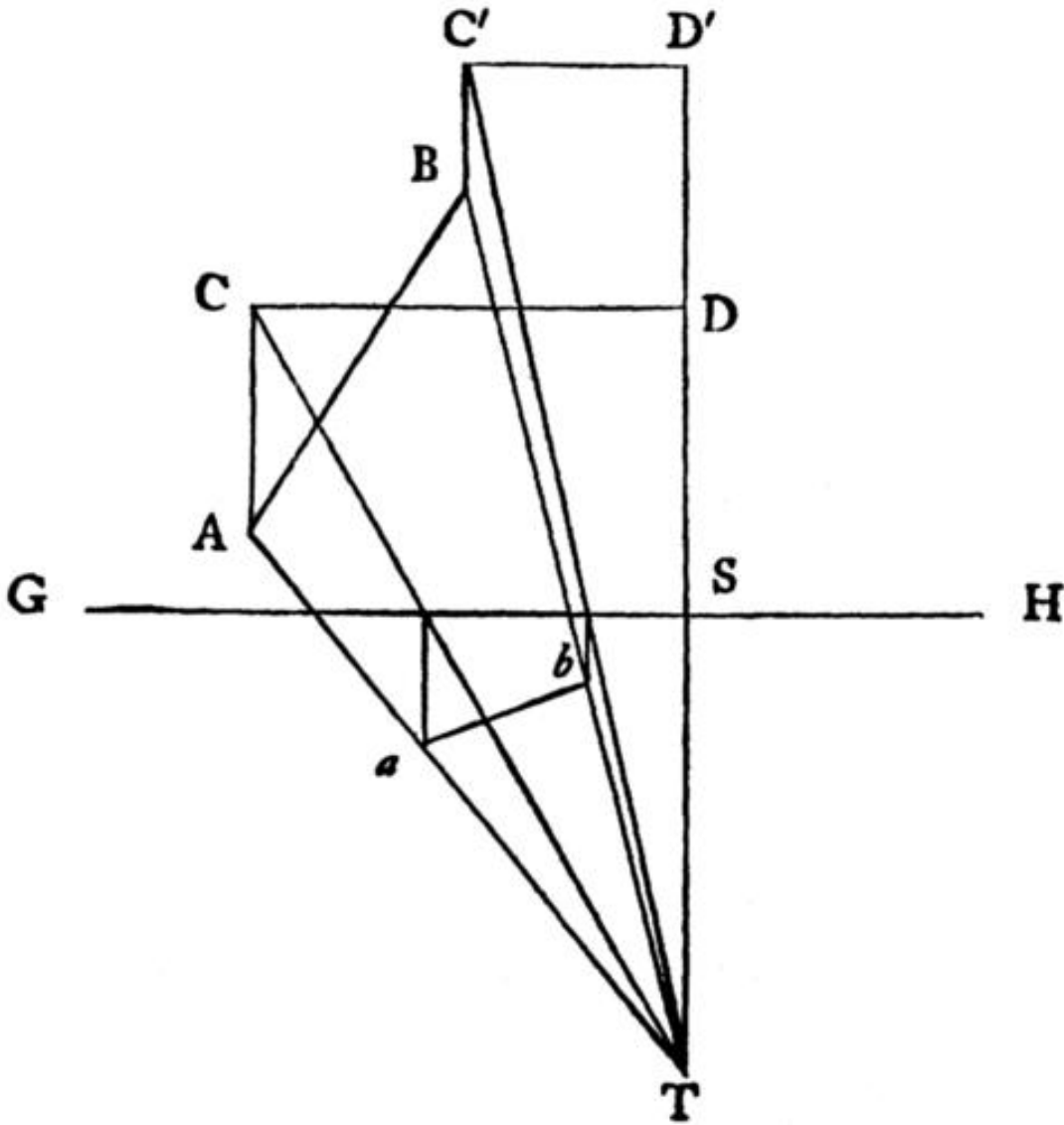
[Сноска 8: Точнее, “Зафиксировать на плоскости изображения видимое положение точки, заданной в фактическом положении”. В заголовках всех следующих задач слова “на плоскости рисунка” следует понимать после слов “рисовать”. Плоскость рисунка означает поверхность, неограниченно вытянутую в направлении рисунка.] [Вернуться к тексту](#)

[Сноска 9: Предложение, заключенное в квадратные скобки, не будет повторяться в последующих постановках задач. Его всегда следует понимать.] [Вернуться к тексту](#)

[Сноска 10: Чтобы иметь возможность это сделать, вы должны предположить, что расстояния невелики; как в случае с каким-то объектом на столе: насколько большими следует считать расстояния, вы увидите сейчас; математический принцип, поскольку он одинаков для всех, лучше всего сначала проиллюстрировать в небольшом масштабе. Предположим, например, что Р - это угол книги на столе, на семь дюймов ниже глаза, на пять дюймов левее от него и на полтора фута впереди него, и что вы намерены держать готовый рисунок на расстоянии шести дюймов от глаза; тогда Ts будет равняться шести дюймам, Td - полутора футам, Dc - пяти дюймам и Ср - семи.] [Вернуться к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА II.

ПРОВЕСТИ ПРЯМУЮ ЛИНИЮ Между ДВУМЯ ЗАДАННЫМИ ТОЧКАМИ.



**Рис. 6.**

Пусть  $AB$ , [рис. 6.](#), является заданной прямой, соединяющей заданные точки  $A$  и  $B$ .

Пусть прямое, поперечное и вертикальное расстояния от точки А равны  $T_d$ ,  $D_c$  и  $C_A$ .

Пусть прямые, поперечные и вертикальные расстояния от точки В равны  $Td'$ ,  $Dc'$  и  $C' B$ .

Тогда, согласно задаче I., положение точки А на плоскости изображения равно а.

И аналогично, положение точки В на плоскости изображения равно  $b$ .

Присоединяйся к группе.

Тогда  $a \parallel b$  - это необходимая строка.

### СЛЕДСТВИЕ I.

Если линия  $Ab$  проходит в плоскости, параллельной плоскости рисунка, один конец линии  $Ab$  должен находиться на том же прямом расстоянии от глаза наблюдателя, что и другой.

Следовательно, в этом случае  $Dt$  равно  $D'T$ .

Тогда конструкция будет такой, как показано на [рис. 7.](#); и студент экспериментально обнаружит, что  $a \parallel b$  теперь параллелен  $AB$ .[\[Сноска 11\]](#)

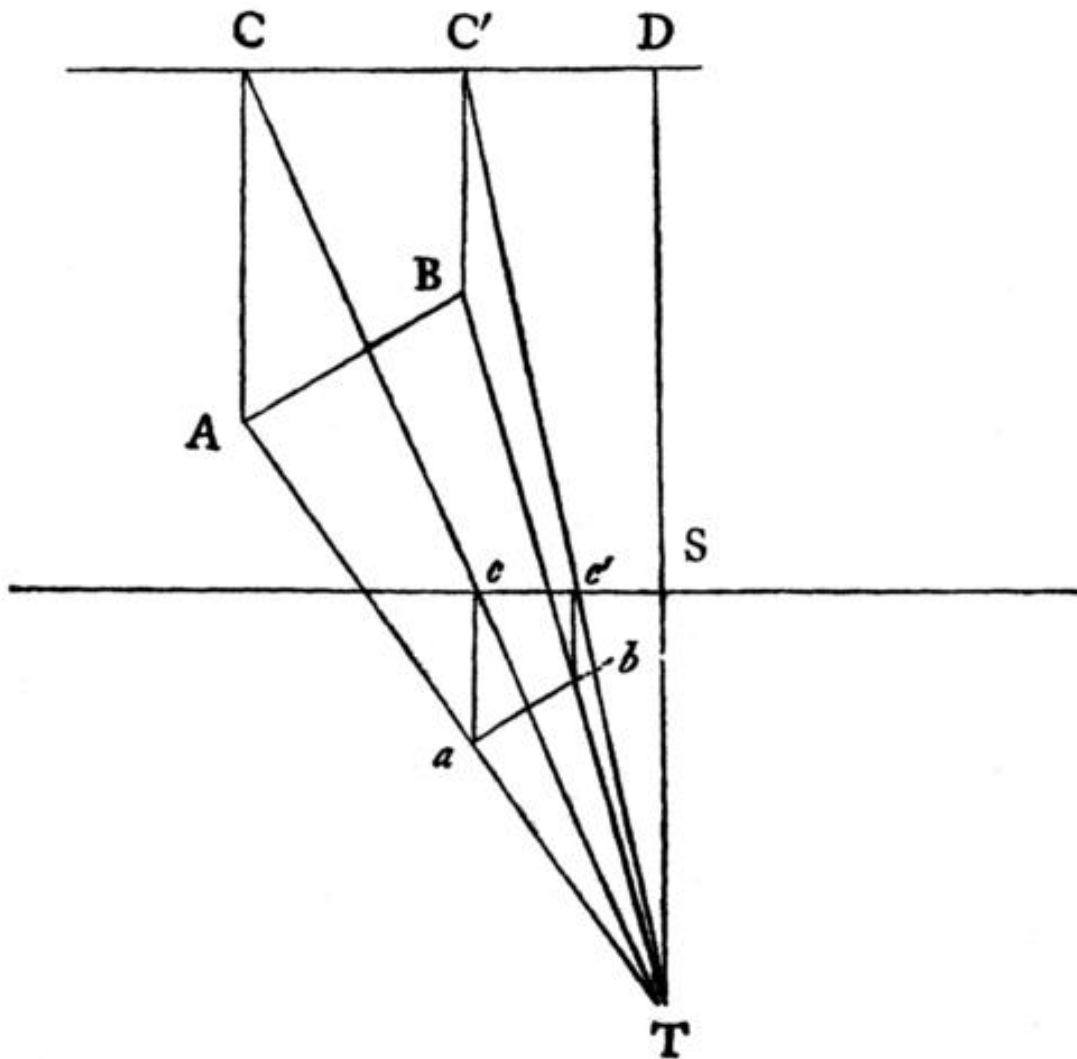


Рис. 7.

И что  $a \parallel b$  относится к  $AB$  так же, как  $TS$  относится к  $TD$ .

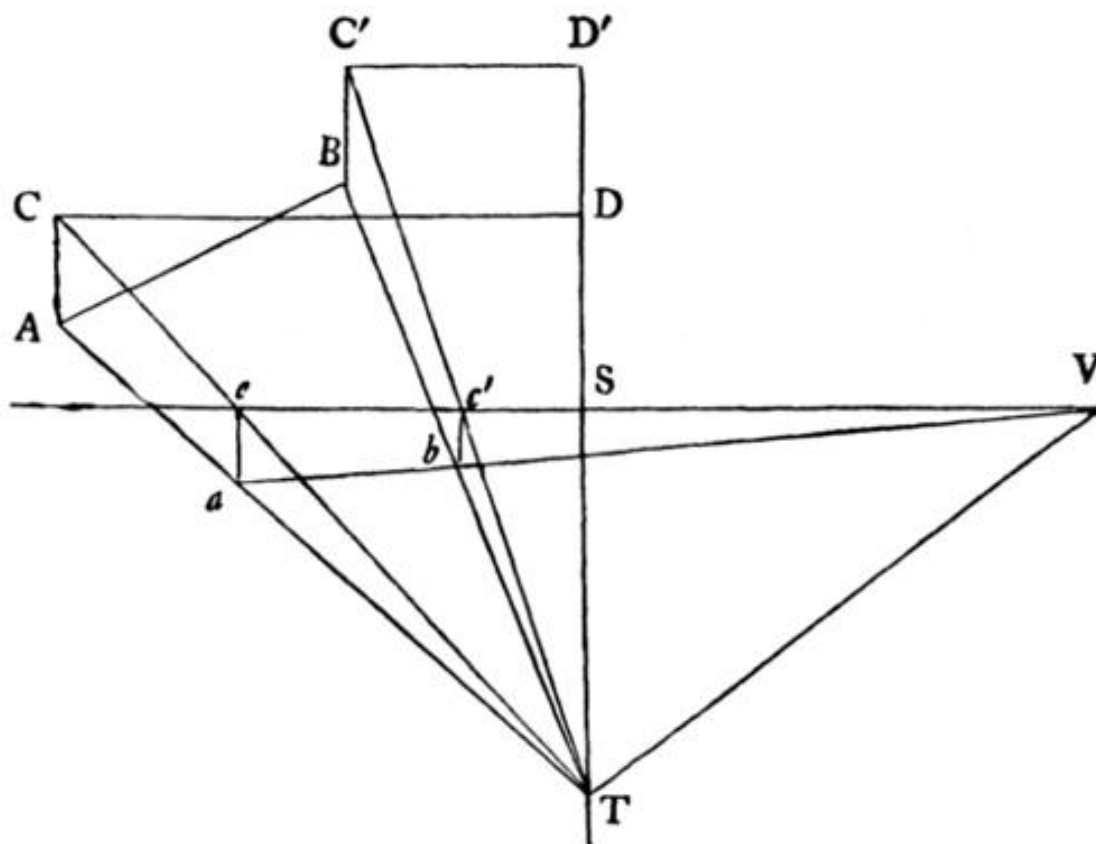
Следовательно, чтобы провести любую линию в плоскости, параллельной плоскости рисунка, нам нужно только зафиксировать положение одного из ее концов,  $a$  или  $b$ , а затем провести от  $a$  или  $b$  линию, параллельную данной линии, соблюдая к ней пропорцию, которую  $TS$  имеет к  $TD$ .

## СЛЕДСТВИЕ II.

Если линия  $Ab$  лежит в горизонтальной плоскости, расстояние по вертикали от одного из ее концов должно быть таким же, как и от другого.

Следовательно, в этом случае  $A \subset B$  равно  $B \subset A$  (рис. 6.).

И конструкция такая, как на [рис. 8](#).



**Рис. 8.**

На **рис. 8.** нанесите  $a$   $b$  на линию визирования, разрезав линию визирования на  $V$ ; определенная таким образом точка  $V$  называется точкой схода линии  $AB$ .

Присоединитесь к TV. Затем студент экспериментально обнаружит, что  $tv$  параллельна A B. [Сноска 12]

### СЛЕДСТВИЕ III.

Если полученная линия  $AB$  проходила бы через некоторую точку ниже или выше точки станции,  $CD$  относится к  $Dt$  так же, как  $C'D'$  относится к  $D'T$ ; в этом случае точка  $s$  совпадает с точкой  $s'$ , и линия  $a-b$  вертикальная.

Следовательно, каждая вертикальная линия на картине является или может быть перспективным изображением горизонтальной линии, которая в случае создания проходила бы под ногами или над головой зрителя.[\[Сноска 13\]](#)

[Сноска 11: Для конструкции  $A T : a T :: B T : b T$ ; [\[уравнение ii\]](#) и, следовательно, два треугольника  $A B T$ ,  $a b T$ , (имеющие общий угол  $A T B$ ,) похожи.] [Вернуться к тексту](#)

[Сноска 12: Демонстрация приведена в [Приложении II. Статья I.](#)] [Вернуться к тексту](#)

[Сноска 13: Следовательно, отражение в воде любой светящейся точки или изолированного объекта (такого как солнце или луна) в перспективе представляет собой вертикальную линию; поскольку такое отражение, если его произвести, пройдет под ногами зрителя. Многие художники (в том числе Клод), кое-что смыслящие в оптике, но ничего не смыслящие в перспективе, время от времени обращали такие отражения к точке в центре основания картины.] [Вернуться к тексту](#)

### ПРОБЛЕМА III.

ЧТОБЫ НАЙТИ ТОЧКУ СХОДА ДАННОЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЛИНИИ.

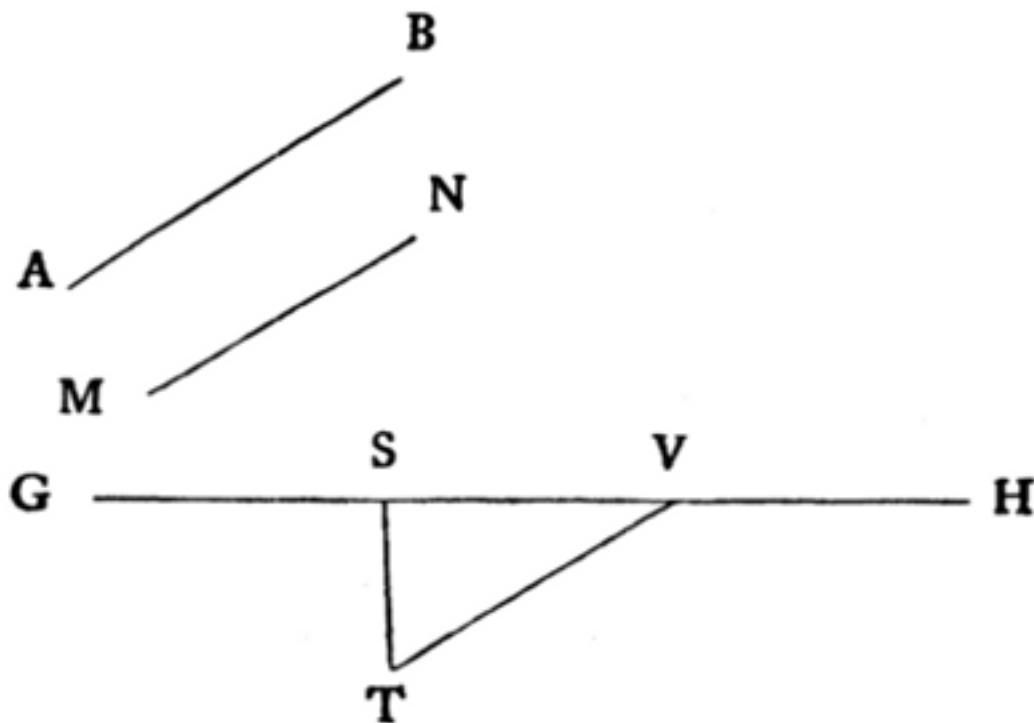


Рис. 9.

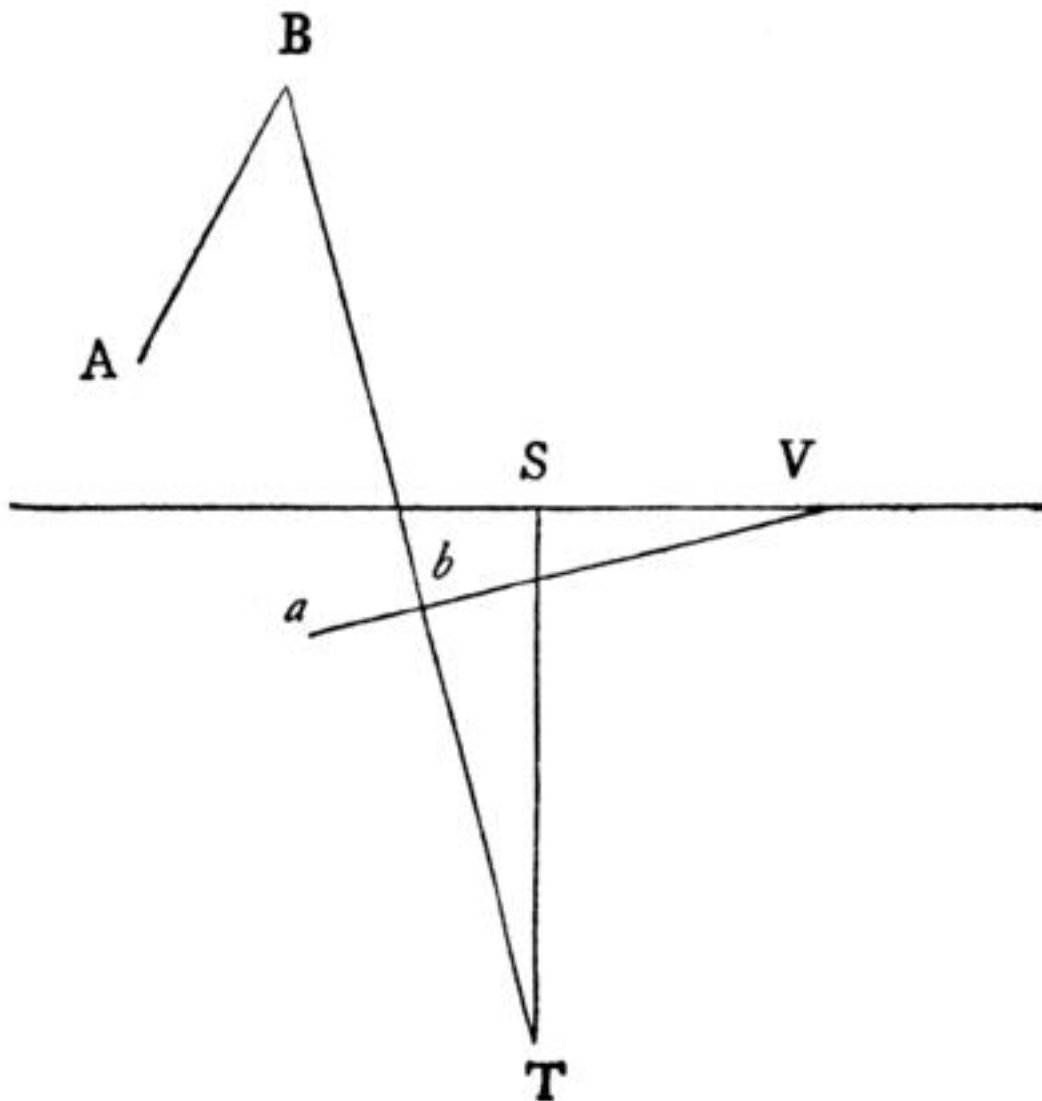
Пусть  $A B$ , [рис. 9.](#), является заданной линией.

От  $T$ , точки станции, проведите точку  $V$  параллельно точке  $B$ , пересекая линию визирования в точке  $V$ .

$V$  - требуемая точка схода.[\[Сноска 14\]](#)

## СЛЕДСТВИЕ I.

Как, если точка  $b$  найдена первой, по ней может быть определено  $V$ , так и, если точка  $V$  найдена первой, по ней может быть определено  $b$ . Ибо пусть  $A B$ , [рис. 10.](#), будет заданной линией, построенной на бумаге, как на [рис. 8.](#); и пусть требуется провести линию  $a b$  без использования точки  $C'$ .



**Рис. 10.**

Найдите положение точки  $A$  в  $a$ . ([Задача I.](#))

Найдите точку схода  $A B$  в  $V$ . ([Задача III.](#))

Присоединиться к  $V$ .

Соедините  $B T$ , вырезав  $a V$  в  $b$ .

Тогда  $a b$  - это необходимая строка.[\[Сноска 15\]](#)

## СЛЕДСТВИЕ II.

До сих пор мы исходили из предположения, что данная линия была достаточно маленькой и достаточно близкой, чтобы быть действительно нарисованной на нашей бумаге ее реального размера; как в примере, приведенном в Приложении I. Однако теперь мы можем вывести конструкцию, доступную при любых обстоятельствах, какими бы ни были расстояние и длина данной линии.

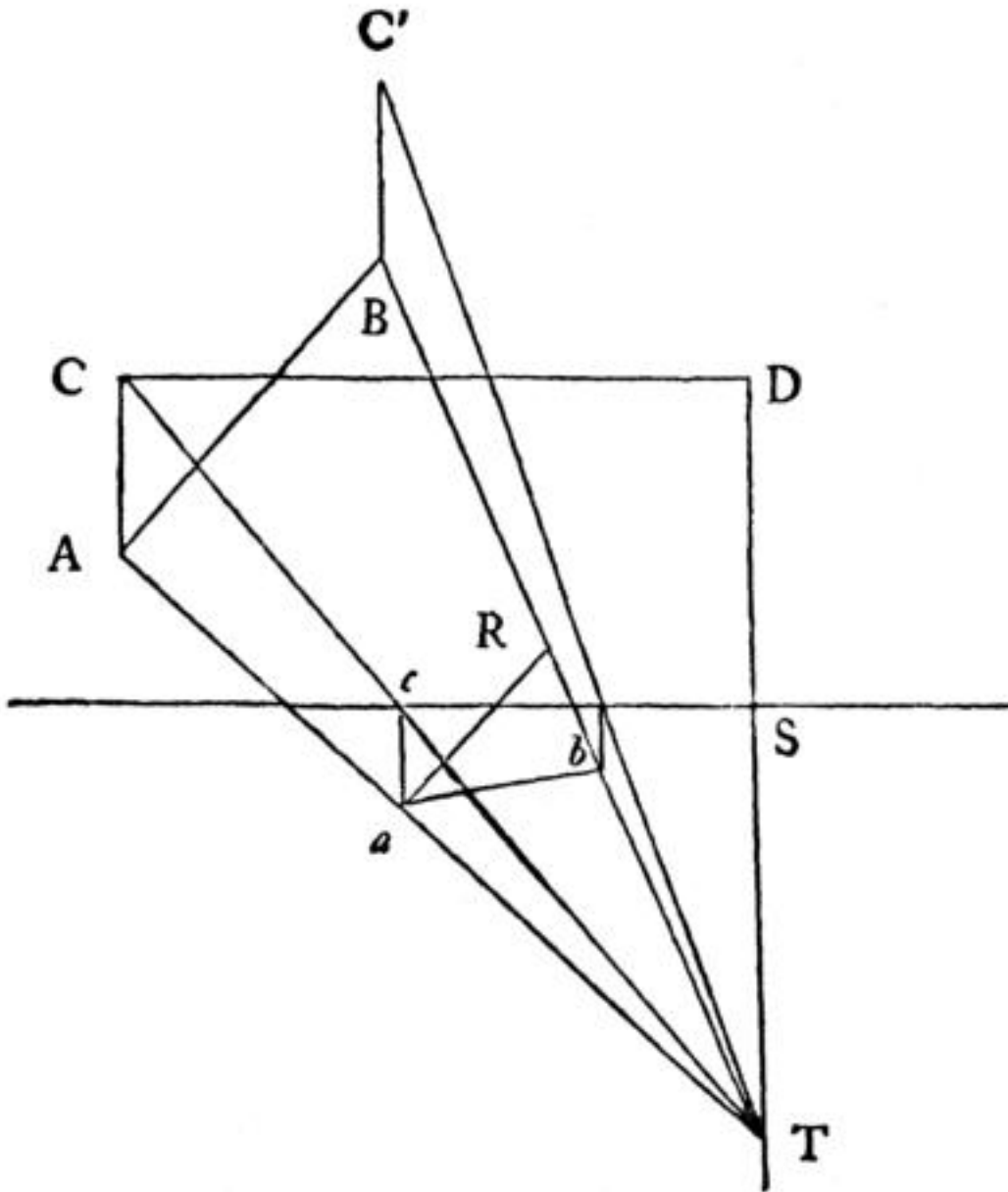


Рис. 11.

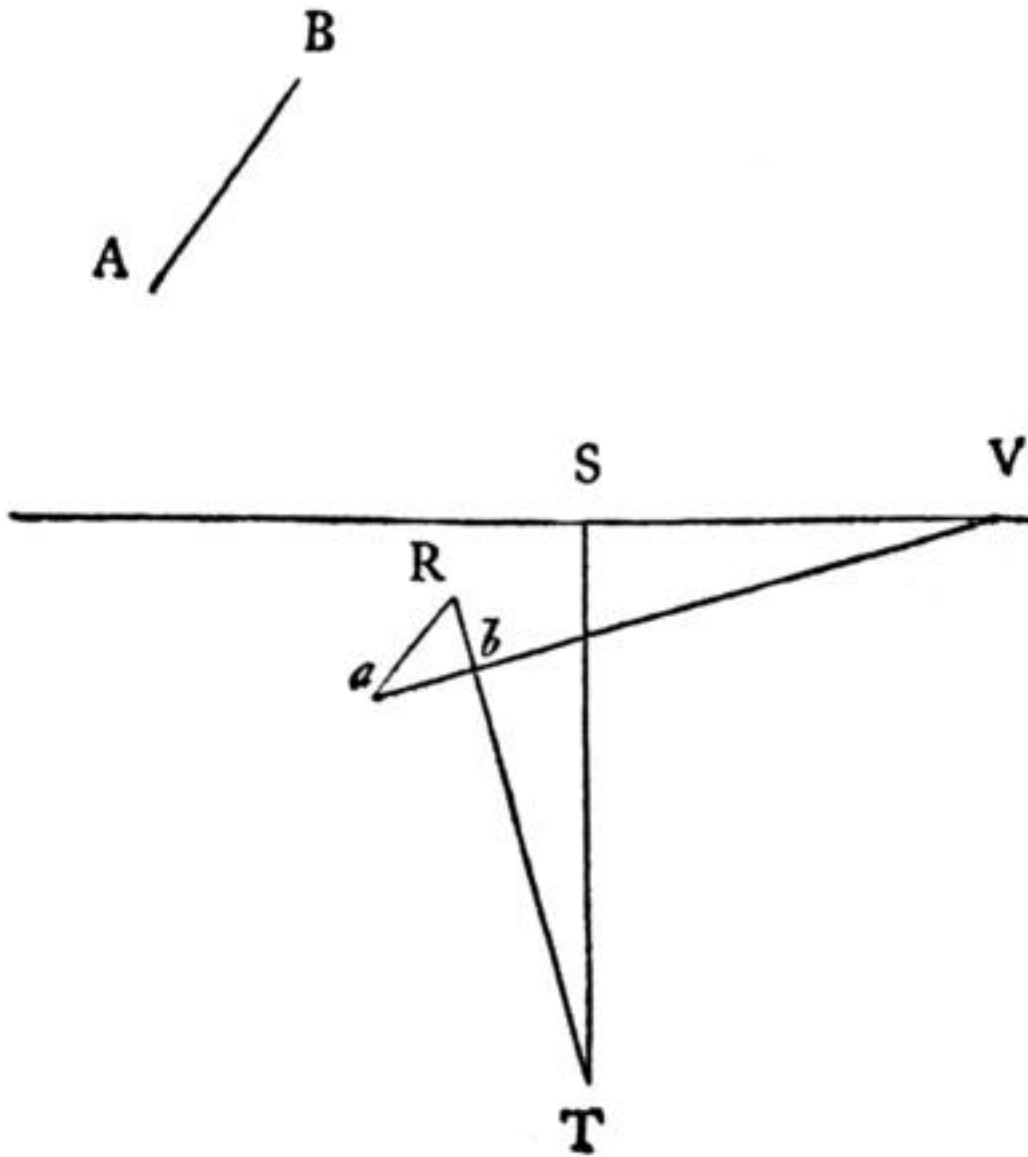
Из [рис. 8.](#) для наглядности уберите линии  $C'D'$ ,  $bV$  и  $Tv$ ; и, взяв фигуру, как здесь, на [рис. 11.](#), проведите от  $a$  линию  $aR$ , параллельную  $AB$ , отрезав  $BT$  от  $R$ .

Тогда  $aR$  относится к  $AB$  так же, как  $aT$  относится к  $AT$ .

Тогда — это к — как  $cT$  относится к  $CT$ .

Тогда — это к — как  $TS$  относится к  $TD$ .

То есть,  $aR$  - это видимая величина  $AB$ .[\[Сноска 16\]](#)



**Рис. 12.**

Следовательно, когда положение точки  $A$  зафиксировано в  $a$ , как на [рис. 12.](#), и  $V$  нарисовано до точки схода; если мы проведем линию  $aR$  от  $a$  параллельно  $AB$  и сделаем  $aR$  равным видимой величине  $AB$ , а затем соединим  $RT$ , линия  $RT$  разрежет  $aV$  в  $b$ .

Таким образом, чтобы определить длину  $ab$ , нам не нужно проводить длинную и удаленную линию  $Ab$ , а только  $aR$  параллельно ей и на видимую величину; что является большим выигрышем, поскольку линия  $Ab$  может быть длиной в две мили, а линия  $aR$ , возможно, всего в два дюйма.

### СЛЕДСТВИЕ III.

На [рис. 12.](#), немного изменив его пропорции для наглядности и расположив так, как здесь, на [рис. 13.](#), проведите горизонтальную линию  $aR'$  и сделайте  $aR'$  равным  $aR$ .

Через точки  $R$  и  $b$  проведите  $R'M$ , пересекая линию визирования через  $M$ . Соедините  $TV$ . Теперь читатель экспериментально обнаружит, что  $VM$  равно  $Vt$ .[\[Сноска 17\]](#)

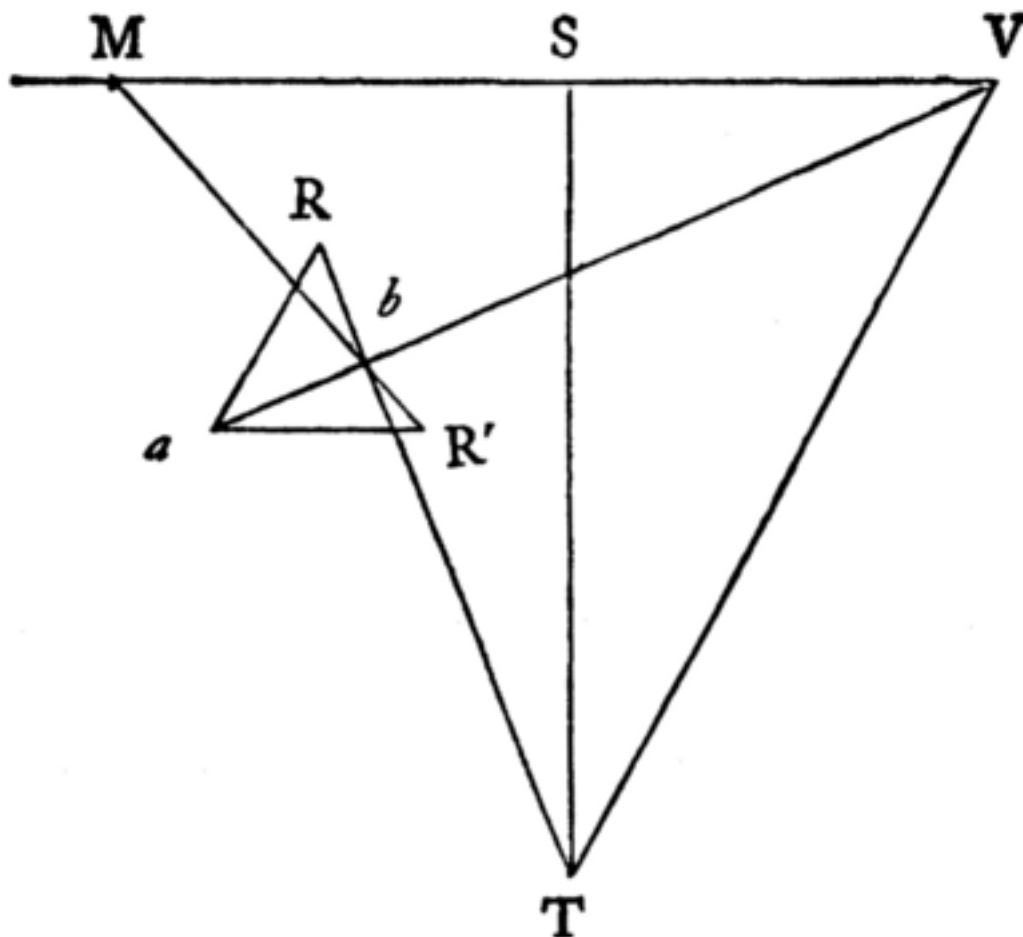


Рис. 13.

Отсюда следует, что если от точки схода  $V$  отложить на линии визирования расстояние  $VM$ , равное  $Vt$ ; затем провести через  $a$  горизонтальную линию  $aR'$ , сделать  $aR'$  равным величине визирования  $AB$  и соединить  $R'M$ ; линия  $R'M$  разрежет  $TV$  в  $b$ . И это на практике, как правило, наиболее удобный способ получения длины  $ab$ .

### СЛЕДСТВИЕ IV.

Удалив с предыдущего рисунка ненужные линии и сохранив только  $R'M$  и  $aV$ , как на [рис. 14.](#), проведем линию  $aR'$  по другую сторону от  $a$ , и сделаем  $aX$  равным  $aR'$ .

Соедините  $Xb$  и создайте  $Xb$ , чтобы сократить линию визирования в  $N$ .

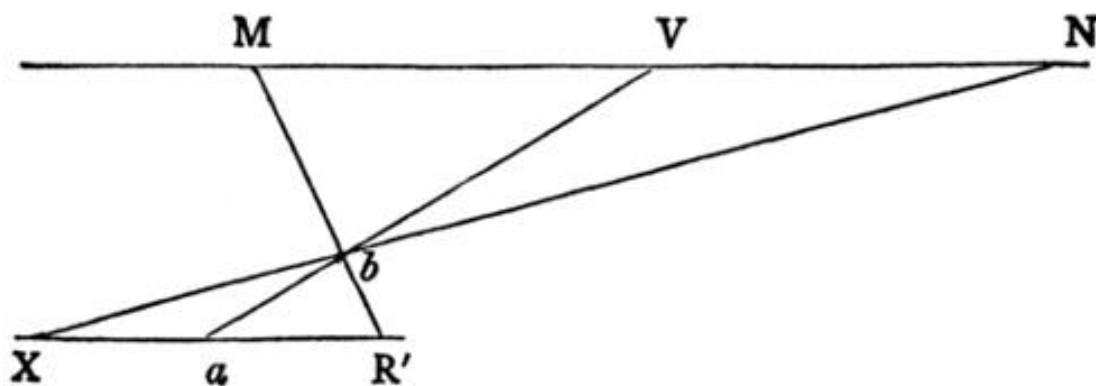


Рис. 14.

Тогда, поскольку  $Xr'$  параллелен  $Mn$ , а  $a R'$  равен  $a X$ ,  $Vn$  должно быть, по аналогичным треугольникам, равно  $Vm$  (равно  $Vt$  на [рис. 13.](#)).

Следовательно, по какую бы сторону от  $V$  мы ни измерили расстояние  $Vt$ , чтобы получить либо точку  $M$ , либо точку  $N$ , если мы измерим видимую величину  $a R'$  или  $a X$  на противоположной стороне линии  $aV$ , линия, соединяющая  $R'M$  или  $X N$ , будет в равной степени разрезать  $V$  в  $b$ .

Точки  $M$  и  $N$  называются “Разделительными точками” исходной прямой  $Ab$  ([рис. 12.](#)), и мы повторяем результаты этих следствий в следующих трех задачах.

[Примечание 14: Студент на практике заметит, что, когда его бумага лежит ровно на столе, ему нужно только провести линию  $Tv$  на его горизонтальной поверхности, параллельную заданной горизонтальной линии  $AB$ . Теоретически, бумага должна быть вертикальной, но линия станции должна быть горизонтальной (см. Ее определение выше, [страница 5](#)); в этом случае точка  $V$ , нарисованная параллельно точке  $B$ , также будет горизонтальной и по-прежнему пересекать линию обзора в точке  $V$ .

Будет видно, что конструкция основана на втором [следствии](#) из предыдущей задачи.

Очевидно, что если на рисунке встречается какая-либо другая линия, например  $Mn$  на [рис. 9.](#), параллельная  $AB$ , то линия  $Tv$ , проведенная от  $T$ , параллельная  $Mn$ , для нахождения точки схода  $Mn$ , совпадет с линией, проведенной от  $T$ , параллельной  $AB$ , для нахождения точки схода  $AB$ .

Следовательно,  $AB$  и  $MN$  будут иметь одну и ту же точку схода.

Следовательно, все параллельные горизонтальные линии имеют одну и ту же точку схода.

Далее будет показано, что все параллельные *наклонные* прямые также имеют одинаковую точку схода; изучающий может здесь принять общий вывод: “Все параллельные прямые имеют одинаковую точку схода”.

Также очевидно, что если  $AB$  параллельна плоскости изображения,  $TV$  должна быть нарисована параллельно  $GN$  и, следовательно, никогда не будет разрезать  $GN$ . Линия  $Ab$  в этом случае не имеет точки схода: ее следует провести по конструкции, приведенной на [рис. 7](#).

Также очевидно, что если  $AB$  находится под прямым углом к плоскости изображения, то  $TV$  будет совпадать с  $TS$ , а точкой схода  $AB$  будет точка обзора.] [Вернуться к тексту](#)

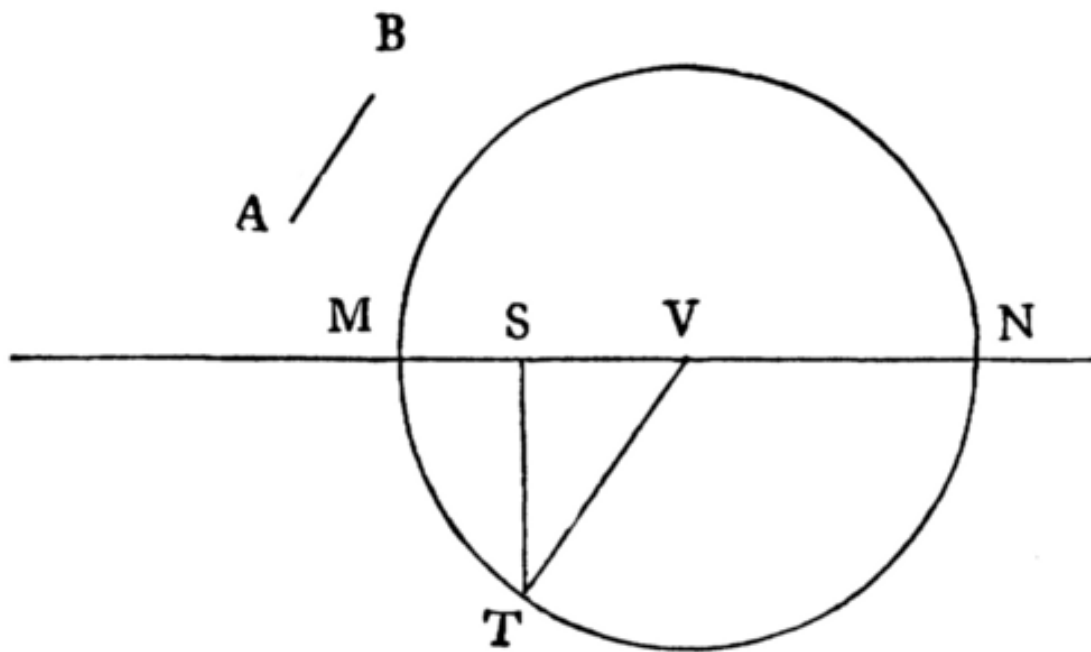
[Сноска 15: Я избавляю студента от формальности *доведения до абсурда*, которая была бы необходима для доказательства этого.] [Вернуться к тексту](#)

[Сноска 16: Определение величины видимости см. в [Приложении I](#). Его следовало прочесть до того, как студент столкнется с этой проблемой; но я ссылаюсь на него на случай, если этого не произошло.] [Вернуться к тексту](#)

[Сноска 17: Демонстрация приведена в Приложении II. Статья II. [стр. 101.](#)] [Вернуться к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА IV.

ЧТОБЫ НАЙТИ ТОЧКИ РАЗДЕЛЕНИЯ ДАННОЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЛИНИИ.



**Рис. 15.**

Пусть горизонтальная линия А В ([рис. 15.](#)) задана по положению и величине. Требуется найти его разделительные точки.

Найдите точку схода V прямой А В.

С центром V и расстоянием Vt опишите окружность, пересекающую линию визирования в метрах и N.

Тогда M и N - необходимые точки разделения.

В общем, для использования с любой точкой схода требуется только одна разделительная точка, а именно ближайшая к S (в данном случае точка M). Но при определенных обстоятельствах может потребоваться его противоположность N или и то, и другое.

ПРОВЕСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ЛИНИЮ, ЗАДАННУЮ ПО ПОЛОЖЕНИЮ И ВЕЛИЧИНЕ, С ПОМОЩЬЮ ЕЕ ВИЗУАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ И ТОЧЕК РАЗДЕЛЕНИЯ.



Найдите положение точки А в а.

Присоединиться аПротив,

Тогда  $a \ b$  - это необходимая строка.

## СЛЕДСТВИЕ I.

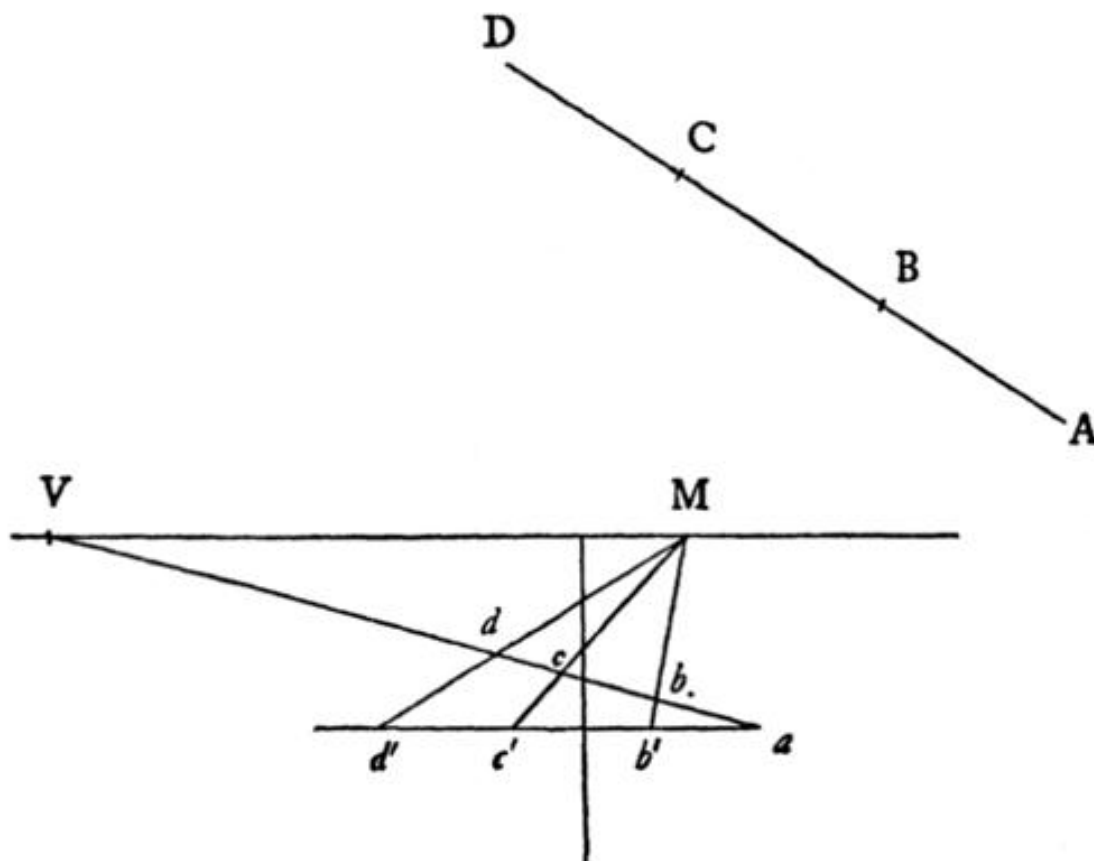


Рис. 17.

Предположим, что теперь требуется провести линию А С (рис. 17.) вдвое длиннее, чем А В, очевидно, что видимая величина  $a c'$  должна быть вдвое длиннее видимой величины  $a b'$ ; следовательно, нам остается просто продолжить горизонтальную линию  $a b'$ , сделать  $b' c'$  равным  $a b'$ , соединить с  $M'$ , вырезав а V в с и необходимой строкой будет буква "с". Аналогично, если нам нужно нарисовать линию А D, в три раза превышающую длину А В, то  $a d'$  должна быть в три раза длиннее  $a b'$ , и, соединяя  $d' M$ , а  $d$  будет требуемой линией.

Учащийся заметит, что чем ближе отрезанные участки,  $b c$ ,  $c d$  и т.д., Приближаются к точке V, тем меньше они становятся; и какие бы длины ни добавлялись к линии А D и последовательно отрезались от а V, линия а никогда не будет отрезана полностью, но отрезанные участки станут бесконечно малыми и, по-видимому, "исчезнут" по мере приближения к точке V; следовательно, эта точка называется точкой "схода".

## СЛЕДСТВИЕ II.

Очевидно, что если бы линия А D была задана изначально, и от нас потребовалось бы провести ее и разделить на три равные части, нам нужно было бы только разделить ее видимую величину,  $a d'$ , на три равные части,  $a b'$ ,  $b' c'$  и  $c' d'$ , а затем, проведя до М от  $b'$  и  $c'$ , линия а d была

бы разделена, как требуется в b и c. И предположим, что исходная линия A D была разделена *неравномерно на любое количество* частей, если линия a d' будет разделена на аналогичное количество в тех же пропорциях (по конструкции, приведенной в Приложении I.), и от этих точек деления линии будут проведены до M, они разделят линию a d в истинной перспективе на аналогичное количество пропорциональных частей.

Горизонтальная линия, проведенная через a, по которой измеряются величины визирования, называется “Измерительной линией”.

И линия a d, при правильном разделении на b и c или любые другие требуемые точки, считается разделенной “В ПЕРСПЕКТИВНОМ СООТНОШЕНИИ” к разделениям исходной линии A D.

Если линия aV находится над линией визирования, а не под ней, измерительную линию следует провести также выше, а линии b' M, c' M и т.д. Провести *вниз* до разделительной точки. Переверните [рис. 17](#). вверх ногами, и на нем будет показана конструкция.

## ПРОБЛЕМА VI.

НАРИСОВАТЬ ЛЮБОЙ ТРЕУГОЛЬНИК, ЗАДАННЫЙ ПО ПОЛОЖЕНИЮ И ВЕЛИЧИНЕ, В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ.

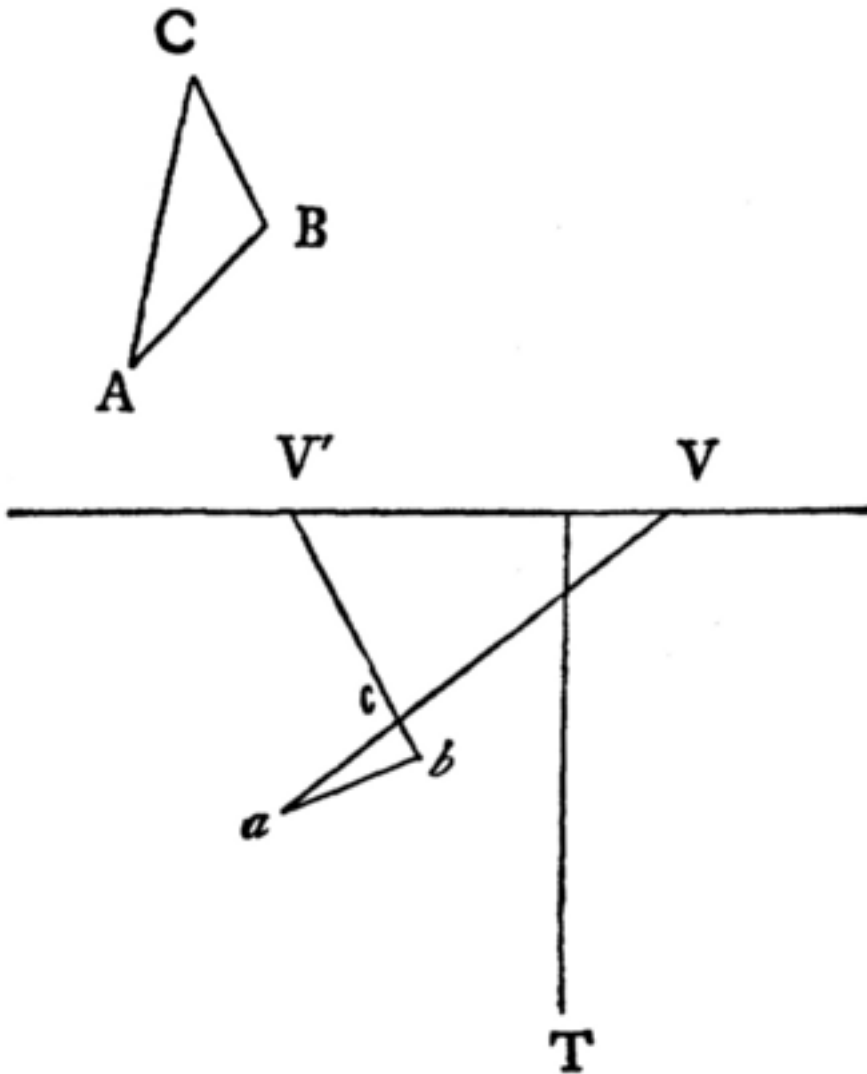


Рис. 18.

Пусть  $ABC$  (рис. 18.) - треугольник.

Поскольку он указан по положению и величине, по крайней мере, одна из его сторон должна быть указана по положению и величине, а также по направлениям двух других сторон.

Пусть  $AB$  - сторона, заданная по положению и величине.

Тогда  $AB$  - горизонтальная линия в заданном положении и заданной длины.

Нарисуйте линию  $AB$ . (Задача V.)

Пусть  $ab$  - проведенная таким образом линия.

Найдите  $V$  и  $V'$ , точки схода соответственно прямых  $AC$  и  $BC$ . (Задача III.)

Из  $a$  нарисуйте  $aV$ , а из  $b$  нарисуйте  $bV'$ , разрезая друг друга на  $c$ .

Тогда  $a-b-c$  - это требуемый треугольник.

Если  $AC$  - это линия, заданная изначально, то  $a-c$  - это линия, которая должна быть проведена первой, а линия  $V'b$  должна быть проведена от  $V'$  до  $c$  и получена для вырезания  $a-b$  в  $b$ . Аналогично, если задано  $BC$ ,  $Vc$  должна быть проведена до  $c$  и получена, и  $a-b$  от точки схода до  $b$ , и получена для вырезания  $c$  в  $a$ .

## ПРОБЛЕМА VII.

НАРИСОВАТЬ ЛЮБУЮ ПРЯМОЛИНЕЙНУЮ ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНУЮ ФИГУРУ,  
ЗАДАННУЮ ПО ПОЛОЖЕНИЮ И ВЕЛИЧИНЕ, В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ.

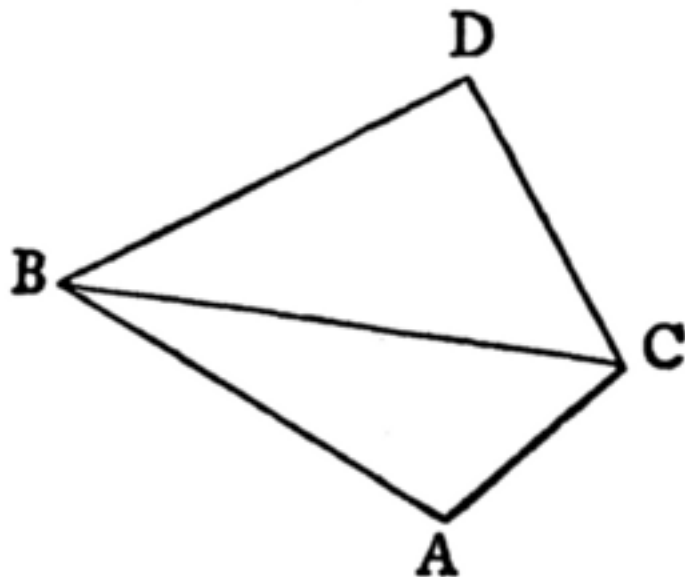


Рис. 19.

Пусть  $ABCD$  (рис. 19.) - заданная фигура.

Соедините любые два его противоположных угла линией  $BC$ .

Сначала нарисуйте треугольник  $ABC$ . (Задача VI.)

А затем, от основания  $BC$ , две линии  $Bd$ ,  $Cd$  до их точек схода, которые завершат рисунок. Нет необходимости приводить схему конструкции, которая является всего лишь схемой, приведенной на рис. 18. дублируется; другой треугольник рисуется на линии  $AC$  или  $BC$ .

## СЛЕДСТВИЕ.

Очевидно, что при таком применении [Задачи VI](#). можно нарисовать любую заданную прямолинейную фигуру в горизонтальной плоскости, поскольку любую такую фигуру можно разделить на несколько треугольников, а затем нарисовать треугольники последовательно.

Однако, как правило, можно [найти](#) более удобные методы, в зависимости от формы требуемой фигуры, с использованием последующих задач; и для четырехугольной фигуры, которая наиболее часто встречается на практике, а именно квадрата, следующая конструкция более удобна, чем та, которая использовалась в настоящей задаче.,,,

## ПРОБЛЕМА VIII.

НАРИСОВАТЬ КВАДРАТ, ЗАДАННЫЙ ПО ПОЛОЖЕНИЮ И ВЕЛИЧИНЕ, В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ.

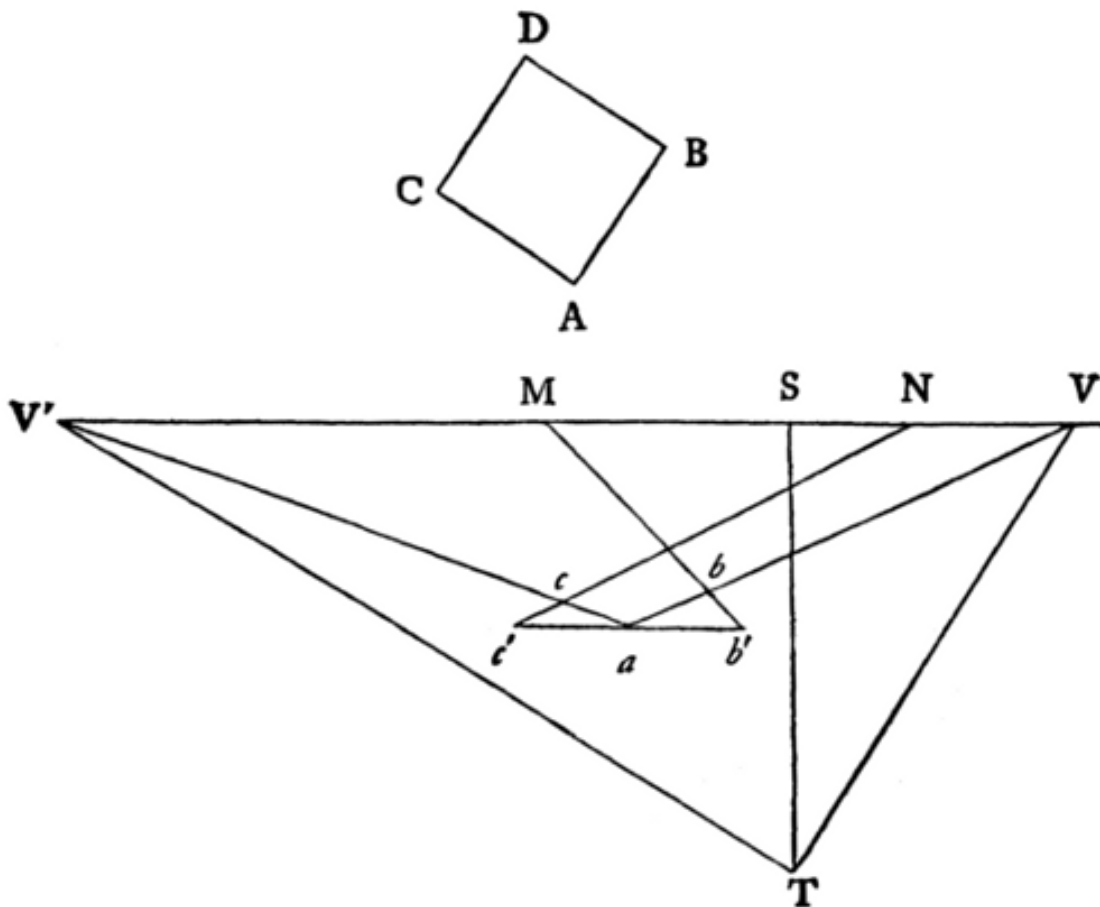


Рис. 20.

Пусть  $ABCD$ , [рис. 20.](#), является квадратом.

Поскольку он задан по положению и величине, заданы положение и величина всех его сторон.

Зафиксируйте положение точки  $A$  в  $a$ .

Найдите  $V$ , точку схода  $AB$ ; и  $M$ , точку деления  $AB$ , ближайшую к  $S$ .

Найдите  $V'$ , точку схода элемента  $C$ ; и  $N$ , точку деления элемента  $C$ , ближайшего к  $S$ .

Проведите измерительную линию через  $a$  и сделайте  $a'b'$ ,  $a'c'$ , каждая из которых равна видимой величине  $AB$ .

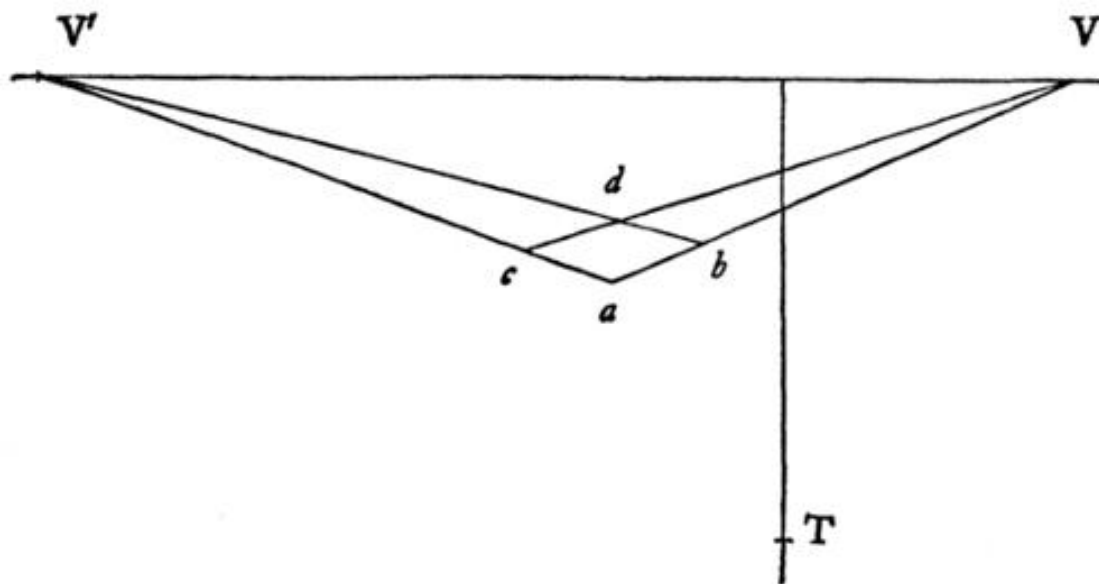
(Поскольку  $ABCD$  является квадратом,  $AC$  равно  $AB$ .)

Нарисуйте  $a'V'$  и  $c'N$ , разрезая друг друга на  $s$ .

Нарисуйте  $aV$  и  $b'M$ , режущие друг друга в  $b$ .

Тогда  $a's$ ,  $a'b$  - две ближайшие стороны квадрата.

Теперь, очистив рисунок от лишних линий, мы имеем  $a'b$ ,  $a's$ , нарисованные в таком положении, как на [рис. 21](#).



**Рис. 21.**

И поскольку  $ABCD$  - квадрат,  $CD$  ([рис. 20](#).) параллелен  $AB$ .

И все параллельные прямые имеют одинаковую точку схода. (Примечание к задаче III.)

Следовательно,  $V$  - точка схода  $CD$ .

Аналогично,  $V'$  является точкой схода  $BD$ .

Следовательно, из  $b$  и  $s$  ([рис. 22](#).) нарисуйте  $bV'$ ,  $sV$ , разрезая друг друга в  $d$ .

Тогда  $a'bcsd$  - это требуемый квадрат.

## СЛЕДСТВИЕ I.

Очевидно, что с помощью этой задачи можно нарисовать любой прямоугольник в горизонтальной плоскости, просто сделав точку  $b'$  на измерительной линии, [рис. 20.](#), равной величине видимости одной из его сторон, и точку  $c'$  величиной видимости другой.

## СЛЕДСТВИЕ II.

Пусть  $abcd$ , [рис. 22.](#) - любой квадрат, нарисованный в перспективе. Нарисуйте диагонали  $ad$  и  $bc$ , пересекая друг друга в  $C$ . Тогда  $C$  - центр квадрата. Через  $C$  проведите  $ef$  до точки схода  $a$   $b$ , а  $gh$  до точки схода  $a$   $c$ , и эти линии разделят пополам стороны квадрата, так что  $ag$  - это перспективное изображение половины стороны  $ab$ ;  $ae$  - это половина  $ac$ ;  $ch$  - это половина  $cd$ ; и  $bf$  - это половина  $bd$ .

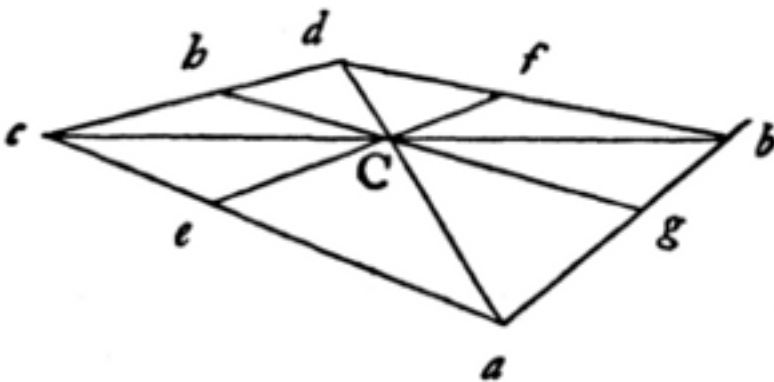


Рис. 22.

## СЛЕДСТВИЕ III.

Поскольку  $ABCD$ , [рис. 20.](#), является квадратом,  $\angle BAC$  представляет собой прямой угол; и поскольку  $Tv$  параллельно  $AB$ , а  $Tv' - C, V'$  также должно быть прямым углом.,,

Поскольку планировка большинства зданий прямоугольная, на практике постоянно случается, что их углы (как углы обычных домов) отбрасывают линии к точкам схода таким образом под прямым углом; и чтобы этот закон соблюдался и  $\angle TV'V$  сохранялся прямым углом, на общей практике не имеет значения, отброшены ли точки схода немного больше или немного меньше вправо или влево от  $S$ : но очень важно, чтобы соотношение точек схода было точным. Их положение относительно  $S$  просто заставляет зрителя видеть немного больше или меньше с той или иной стороны дома, что может быть делом случая или выбора; но их прямоугольное соотношение определяет прямоугольную форму здания, что является существенным моментом.

## ПРОБЛЕМА IX.

НАРИСОВАТЬ КВАДРАТНЫЙ СТОЛБ, ЗАДАННЫЙ ПО ПОЛОЖЕНИЮ И ВЕЛИЧИНЕ, С ОСНОВАНИЕМ И ВЕРШИНОЙ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПЛОСКОСТЯХ.

Пусть  $AH$ , [рис. 23.](#), будет квадратным столбом.

Затем, поскольку он указан в положении и величине, должны быть указаны положение и величина квадрата, на котором он стоит (то есть линия АВ или АС в положении), и высота его стороны АЕ.

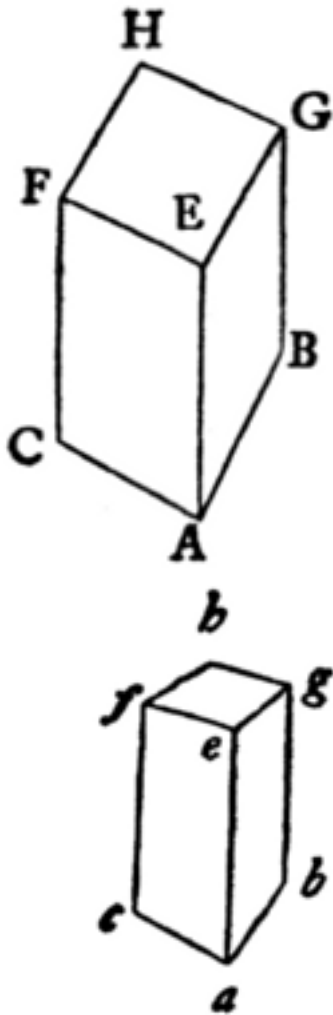


Рис. 23.

Рис. 24.

Найдите видимые величины АВ и АЕ. Нарисуйте две стороны  $a\ b$ ,  $a\ c$  квадрата основания с помощью [задачи VIII.](#), как показано на [рис. 24](#). От точек  $a$ ,  $b$  и  $c$  проведите вертикальные линии  $a\ e$ ,  $c\ f$ ,  $b\ g$ .

Сделайте  $a\ e$  равным видимой величине АЕ.

Теперь, поскольку вершина и основание столба находятся в горизонтальных плоскостях, квадрат его вершины,  $Fg$ , параллелен квадрату его основания,  $В С$ .

Следовательно, прямая  $Ef$  параллельна  $А С$ , а  $Eg$  -  $А В$ .

Следовательно,  $Ef$  имеет ту же точку схода, что и  $А С$ , а  $Eg$  - ту же точку схода, что и  $А В$ .

От  $e$  нарисуйте  $ef$  до точки схода  $a\ c$ , вырезав  $cf$  в  $f$ .

Аналогичным образом нарисуйте  $e\ g$  до точки схода  $a\ b$ , вырезав  $b\ g$  в  $g$ .

Завершите квадрат  $gf$  в  $h$ , нарисовав  $gh$  до точки схода  $e f$ , а  $fh$  до точки схода  $e g$ , разрезая друг друга в  $h$ . Тогда  $a g h f$  - это требуемая квадратная опора.

## СЛЕДСТВИЕ.

Очевидно, что если  $AE$  равно  $AC$ , то вся фигура будет представлять собой куб, а каждая сторона,  $a e f c$  и  $a e g b$ , будет квадратом в заданной вертикальной плоскости. А сделав букву  $B$  или  $C$  длиннее или короче в любой заданной пропорции, любой из сторон столба можно придать прямоугольную форму. Поэтому для рисования квадратов или прямоугольников в вертикальных плоскостях никаких других правил не требуется.

Также любой треугольник можно нарисовать таким образом в вертикальной плоскости, заключив его в прямоугольник и определив в перспективе на сторонах прямоугольника точки их соприкосновения с углами треугольника.

И если любой треугольник, то любой многоугольник.

Однако ниже будет приведена менее сложная конструкция. [\[Сноска 18\]](#)

[Сноска 18: Смотрите страницу 96 ([примечание](#)) после прочтения [задачи XVI](#).] [Вернитесь к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА X.

НАРИСОВАТЬ ПИРАМИДУ, ЗАДАННУЮ ПО ПОЛОЖЕНИЮ И ВЕЛИЧИНЕ, НА КВАДРАТНОМ ОСНОВАНИИ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ.

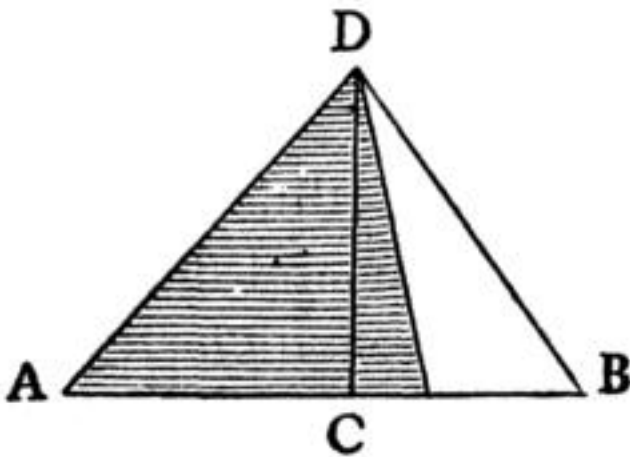


Рис. 25.

Пусть  $AB$ , [рис. 25](#). - четырехгранная пирамида. Поскольку оно указано в положении и величине, квадратное основание, на котором оно стоит, должно быть указано в положении и величине, а также его вертикальная высота,  $CD$ . [\[Сноска 19\]](#)

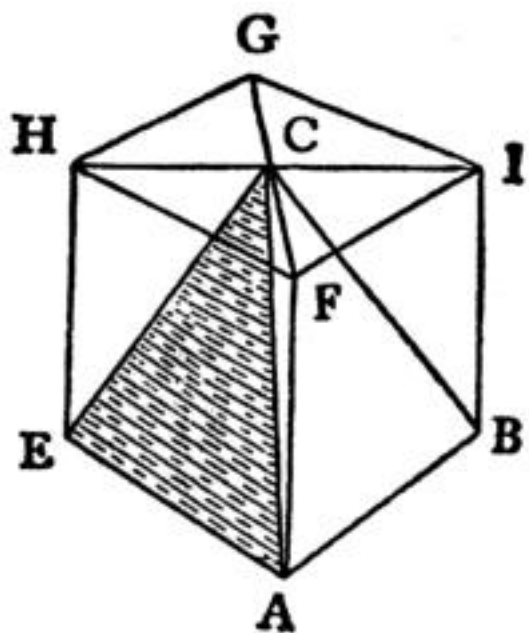


Рис. 26.

Нарисуйте квадратный столб, А В G E, [рис. 26.](#), на квадратном основании пирамиды и сделайте высоту столба Аf равной вертикальной высоте пирамиды С D ([Задача IX.](#)). нарисуйте диагонали Gf, H i на вершине квадратного столба, пересекая друг друга в точке С. Следовательно, С является центром квадрата F G H I. (Проблема. VIII.[Коринфянам II.](#))

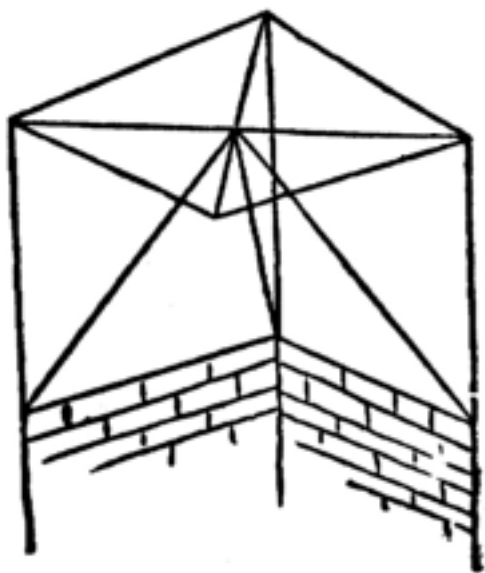


Рис. 27.

Присоединяйтесь к С E, С A, С В.

Тогда А В С E - это требуемая пирамида. Если основание пирамиды находится над глазом, как при наблюдении квадратного шпиля на вершине церковной башни, конструкция будет такой, как на [рис. 27.](#)

[Сноска 19: Если вместо высоты по вертикали указана длина буквы D, то из нее должна быть выведена вертикаль. Смотрите Упражнения по этой задаче в Приложении, [стр. 79.](#)] [Вернуться к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА XI.

НАРИСОВАТЬ ЛЮБУЮ КРИВУЮ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ИЛИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ.

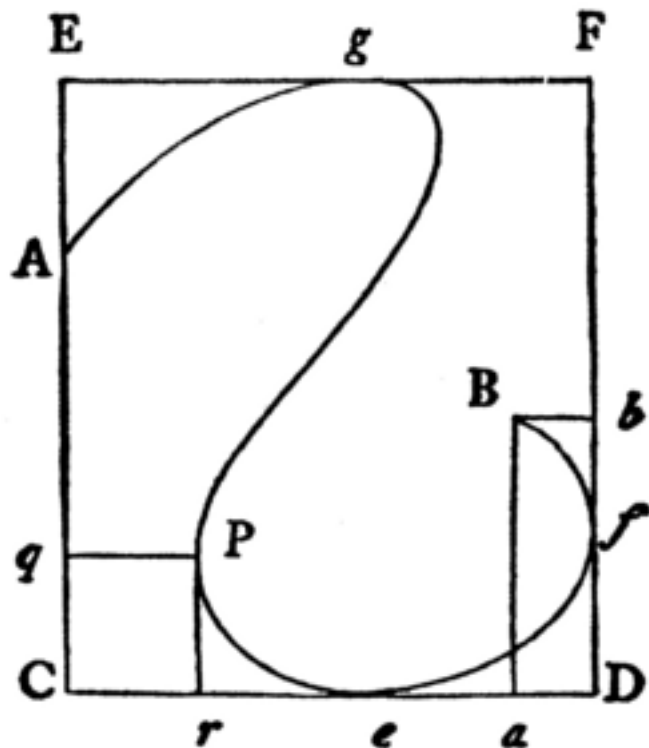


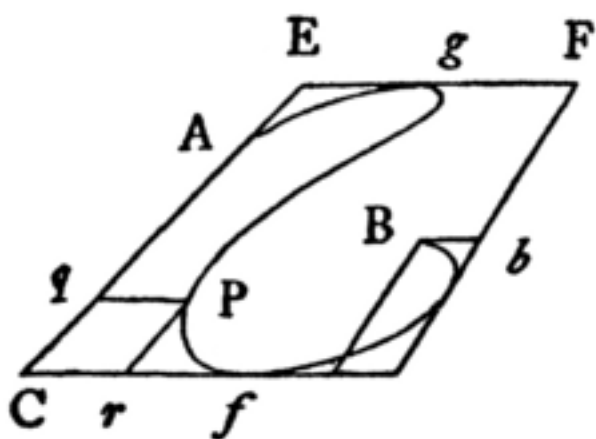
Рис. 28.

Пусть А В, [рис. 28.](#), будет кривой.

Заключите его в прямоугольник, C D E F.

Зафиксируйте положение точки С или D и нарисуйте прямоугольник. (Задача VIII. [Следствие. I.](#)) [\[Сноска 20\]](#)

Пусть C D E F, [рис. 29.](#), будет прямоугольником, нарисованным таким образом.



**Рис. 29.**

Если край кривой в виде А находится на стороне прямоугольника, разделите сторону СЕ, [рис. 29.](#) так, чтобы АС было (в перспективном соотношении) таким же, как АС к АЕ на [рис.29. 28.](#) (Пробл. Против [Коринфянина II.](#))

Аналогично определите точки соприкосновения кривой и прямоугольника е, f, g.

Если край кривой, такой как В, не находится на стороне прямоугольника, пусть перпендикуляры Ва, Вb лежат на сторонах прямоугольника. Определите соответствующие точки а и b на [рисунке 29.](#), как вы уже определили А, В, е и f.

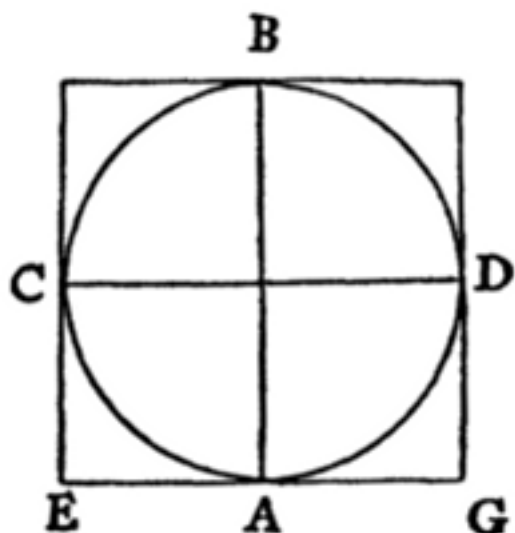
От b, [рис. 29.](#), нарисуйте bВ параллельно С D,[\[Сноска 21\]](#) и от а нарисуйте аВ до точки схода Df, пересекая друг друга в В. Тогда В - это конечность кривой.

Определите любую другую важную точку кривой, такую как Р, таким же образом, пропустив Рq и Р r по сторонам прямоугольника.

Таким образом можно определить любое количество точек на кривой и провести кривую через ряд; в большинстве случаев будет достаточно трех или четырех. Практически, сложные кривые в перспективе могут быть лучше нарисованы опытным глазом, чем по правилу, поскольку поспешная фиксация различных точек влечет за собой слишком много шансов на ошибку; но хорошо сначала нарисовать как можно больше по правилу, чтобы дать глазу возможность набраться опыта.[\[Сноска 22\]](#)

## СЛЕДСТВИЕ.

Если требуемая кривая представляет собой круг, [рис. 30.](#), прямоугольник, который ее охватывает, станет квадратом, а кривая будет иметь четыре точки соприкосновения, А В С D, в середине сторон квадрата.



**Рис. 30.**

Нарисуйте квадрат, и поскольку квадрат можно нарисовать вокруг круга в любом положении, нарисуйте его ближайшей стороной, например, параллельно линии визирования.

Пусть Ef, [рис. 31.](#), будет квадратом, нарисованным таким образом.

Проведите его диагонали Ef, Gh; и через центр квадрата (определяемый их пересечением) проведите AB до точки схода Gf, а CD параллельно EG. Тогда точки A, B, C, D - это четыре точки соприкосновения окружности.

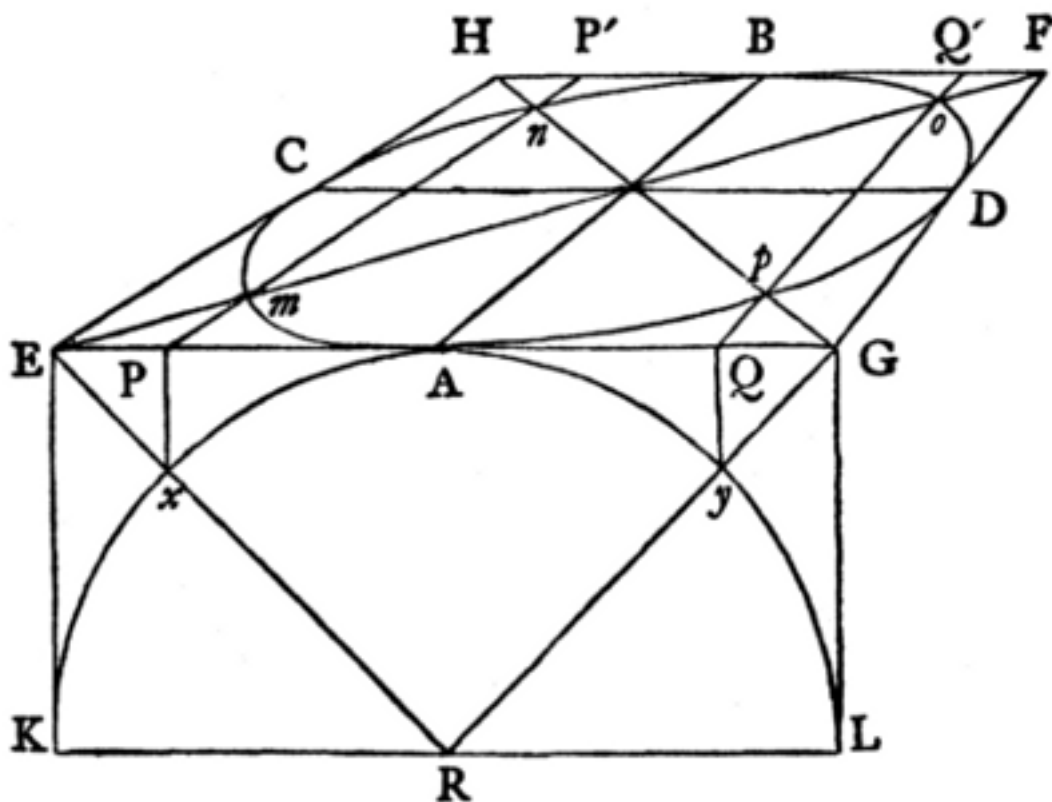


Рис. 31.

На  $EG$  опишите половину квадрата,  $EL$ ; нарисуйте полукруг  $KAL$ ; и от его центра,  $R$ , диагонали  $RE$ ,  $Rg$ , разрезающие окружность на  $x$ ,  $y$ .

От точек  $x$ ,  $y$ , where the circle cuts the diagonals, raise perpendiculars,  $Px$ ,  $Qy$ , к  $EG$ . в

От  $P$  и  $Q$  проведите  $PP'$ ,  $QQ'$  до точки схода  $Gf$ , разрезая диагонали на  $m$ ,  $n$  и  $o$ ,  $p$ .

Тогда  $m$ ,  $n$ ,  $o$ ,  $p$  - это четыре другие точки на окружности.

Через эти восемь точек можно провести круг от руки достаточно точно для общих целей; но, конечно, можно определить любое количество требуемых точек, как в [задаче XI](#).

Расстояние  $Er$  составляет примерно одну седьмую от  $Eg$  и может быть принято за таковое при быстрой практике, поскольку при этом возникает ошибка, не превышающая ту, которая была бы допущена при поспешной операции рисования окружности и диагоналей.

Часто может случиться так, что из-за связанных с этим конструкций может быть неудобно рисовать, например, параллельно линии визирования, причем квадрат, возможно, сначала строится в каком-то наклонном направлении. В таких случаях  $Qg$  и  $Er$  должны определяться в перспективном соотношении по разделительной точке, при этом линия  $Eg$  используется в качестве измерительной линии.

[Об. На чертеже [Рис. 31](#). точка станции была перенесена на бумагу гораздо ближе, чем это обычно рекомендуется, чтобы показать характер кривой в очень четкой форме.

Если ученик поворачивает книгу так, чтобы, например, она была вертикальной, [рис. 31](#). будет представлять конструкцию для рисования круга в вертикальной плоскости, при этом линия визирования, конечно, параллельна  $GL$ ; а полуокруги  $ADB$ ,  $ACB$  с каждой стороны диаметра  $AB$  будут представлять обычные полукруглые арки, видимые в перспективе. В том случае, если книгу держать так, чтобы линия  $Eh$  была вершиной квадрата, верхний полукруг будет представлять собой полукруглую арку, *над* глазом, нарисованную в перспективе. Но если книгу держать так, чтобы линия  $Gf$  была вершиной квадрата, верхний полукруг будет представлять собой полукруглую арку, *расположенную под* глазом, нарисованным в перспективе.

Если перевернуть книгу вверх ногами, рисунок будет представлять собой круг, нарисованный на потолке или в любой другой горизонтальной плоскости над глазом; и построение, конечно, точное в каждом конкретном случае.]

[Примечание 20: Или, если кривая находится в вертикальной плоскости, [Следствие. к задаче IX](#). Поскольку прямоугольник может быть нарисован в любом положении вокруг любой заданной кривой, его положение относительно кривой в любом случае будет регулироваться исходя из удобства. Смотрите Упражнения по этой задаче в Приложении, [стр. 85](#).] [Вернуться к тексту](#)

[Сноска 21: Или до точки схода, если у  $CD$  она есть.] [Вернуться к тексту](#)

[Примечание 22: Конечно, разделив исходный прямоугольник на любое количество равных прямоугольников и разделив аналогичным образом перспективный прямоугольник, кривую можно приблизительно нарисовать без каких-либо проблем; но, когда требуется точность, точки должны быть фиксированными, как в задаче.] [Вернуться к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА XII.

### ЧТОБЫ РАЗДЕЛИТЬ КРУГ, НАРИСОВАННЫЙ В ПЕРСПЕКТИВЕ, НА ЛЮБОЕ ЗАДАННОЕ КОЛИЧЕСТВО РАВНЫХ ЧАСТЕЙ.

Пусть  $AB$ , [рис. 32](#)., будет окружностью, нарисованной в перспективе. Требуется разделить его на заданное количество равных частей; в данном случае на 20.

Пусть  $KAL$  - полукруг, используемый при построении. Разделите полукруг  $K$  Разрезать на половину требуемого количества деталей; в данном случае на 10.

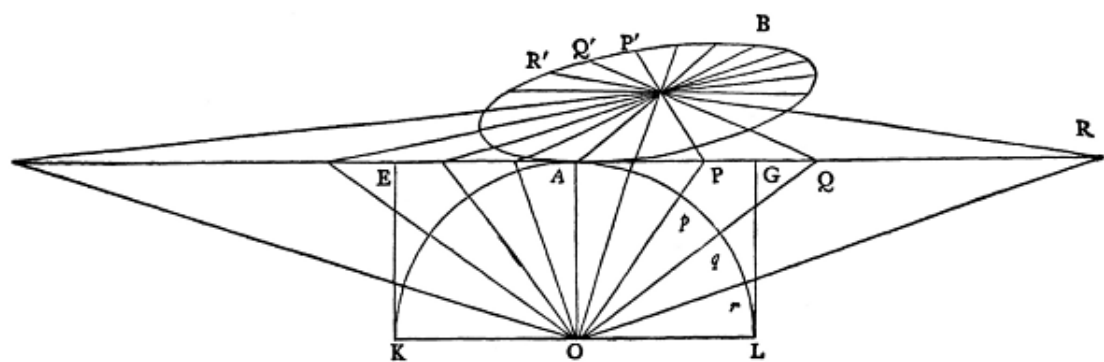
Протяните леску, например, сбоку, насколько это может быть необходимо.

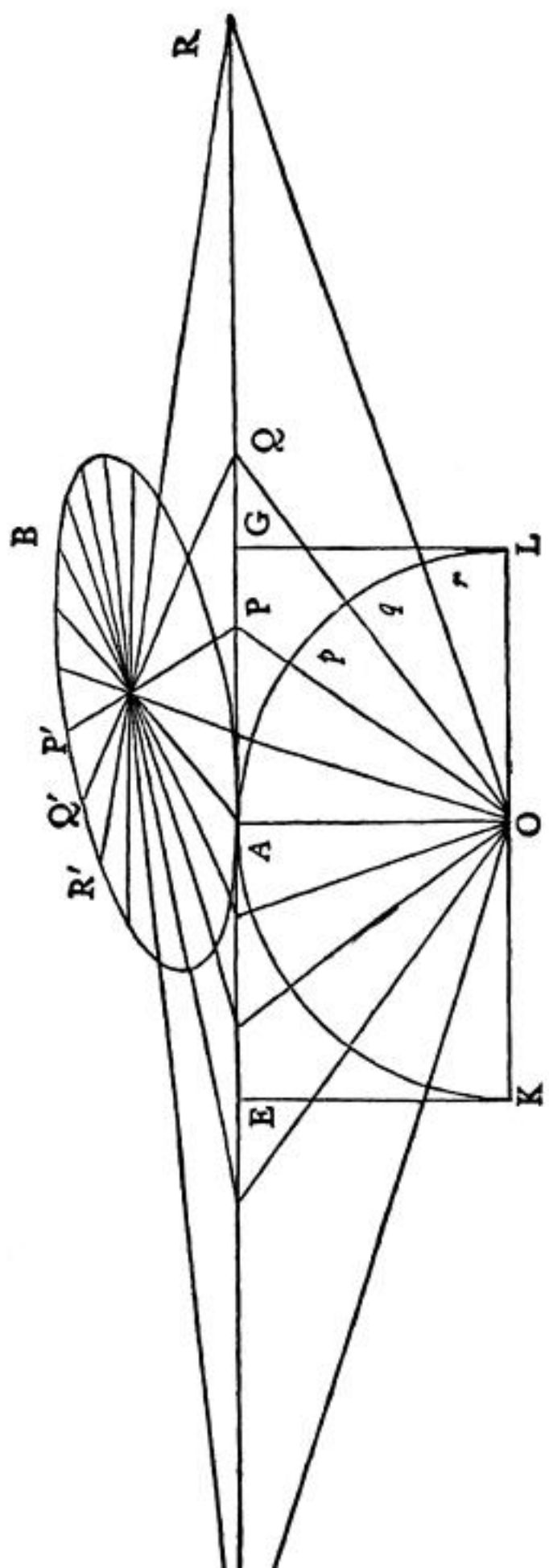
От  $O$  до центра полукруга  $K$  Затем проведите радиусы через точки деления полукруга,  $p$ ,  $q$ ,  $r$  и т.д., и проведите их, чтобы разрезать линию  $Eg$  на  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  и т.д.

Из точек  $PQR$  проведите линии  $PP'$ ,  $QQ'$ ,  $RR'$  и т.д. Через центр окружности  $AB$ , каждая из которых разрезает окружность в двух точках своей окружности.

Затем эти точки делят круг перспективы, как требуется.

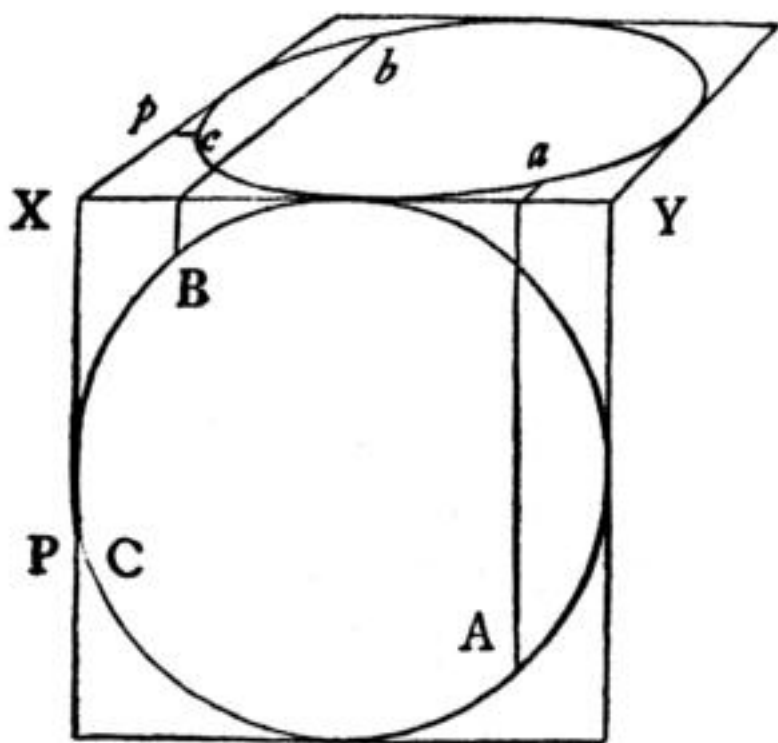
Если бы от каждой из точек  $p$ ,  $q$ ,  $r$  была проведена вертикаль до линии  $Eg$ , как на [рис. 31](#)., а от точки, где она пересекается, например, была проведена линия до точки схода, как  $QQ'$  на [рис. 31](#)., эта линия также определяла бы две точки деления.





**Рис. 32.**

Если требуется разделить окружность на любое количество заданных *неравных* частей (как в точках А, В и С, [рис. 33.](#)), таким образом, кратчайший способ - провести вертикальные линии от А и В до стороны перспективного квадрата Ху, а затем провести до точки схода, разрезав перспективный круг в а и b, необходимых точках. Только обратите внимание, что если какая-либо точка, например А, находится на ближайшей стороне окружности А, то В С, его репрезентативная точка, а, должна находиться на ближайшей стороне окружности а b с; и если точка В находится на дальней стороне окружности А В С, b должны быть на дальней стороне от а b с. Если какая-либо точка, такая как С, находится настолько далеко от боковой дуги окружности, что ее нелегко определить по вертикальной линии, нарисуйте горизонтальную Ср, найдите соответствующую на стороне перспективного квадрата и нарисуйте рс параллельно ХУ, разрезая перспективный круг на с.



**Рис. 33.**

### СЛЕДСТВИЕ.

Очевидно, что если точки Р', Q', R и т.д., которыми разделен круг на [рис. 32.](#), соединить прямыми линиями, то получившаяся фигура будет правильной равносторонней фигурой с двадцатью сторонами, вписанной в круг. И если окружность разделить на заданные неравные части, а точки деления соединить прямыми линиями, то получившаяся фигура будет неправильным многоугольником, вписанным в окружность со сторонами заданной длины.

Таким образом, любой многоугольник, правильный или неправильной формы, вписанный в круг, может быть вписан в положение перспективного круга.

### ПРОБЛЕМА XIII.

НАРИСОВАТЬ КВАДРАТ, ЗАДАННЫЙ ПО ВЕЛИЧИНЕ, ВНУТРИ БОЛЬШЕГО КВАДРАТА, ЗАДАННОГО ПО ПОЛОЖЕНИЮ И ВЕЛИЧИНЕ; СТОРОНЫ ДВУХ КВАДРАТОВ ПАРАЛЛЕЛЬНЫ.

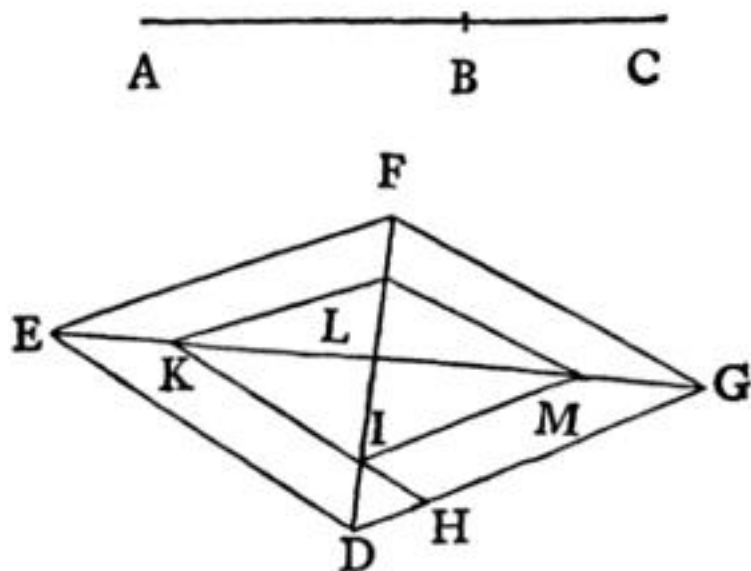


Рис. 34.

Пусть  $AB$ , рис. 34., - видимая величина стороны меньшего квадрата, а  $AC$  - величина стороны большего квадрата.

Нарисуйте квадрат большего размера. Пусть  $DEFG$  - квадрат, нарисованный таким образом.

Соедините  $EG$  и  $DF$ .

При отсчете либо  $DE$ , либо  $Dg$  в перспективном соотношении  $Dh$  равен половине  $BC$ . Через  $H$  нарисуйте  $Hk$  до точки схода  $De$ , вырезав  $Df$  в  $I$  и  $Eg$  в  $K$ . Через  $I$  и  $K$  нарисуйте  $IM$ ,  $KL$  до точки схода  $Dg$ , вырезав  $Df$  в  $L$  и  $Eg$  в  $M$ . Соедините  $LM$ .

Тогда  $IKLM$  - меньший квадрат, вписанный по мере необходимости. [Сноска 23]

### СЛЕДСТВИЕ.



Рис. 36.

Если вместо одного квадрата внутри другого потребуется нарисовать один круг внутри другого, учитывая размеры обоих, заключите каждый круг в квадрат. Сначала нарисуйте квадраты, а затем круги внутри, как показано на [рис. 36](#).

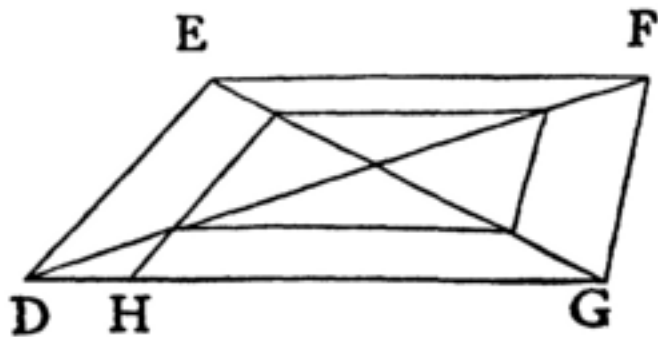


Рис. 35.

[Сноска 23: Если любая из сторон большего квадрата параллельна плоскости изображения, как Dg на [рис. 35.](#), Dg, конечно, должна быть равна А С, а Dh равна Bc/2, и конструкция будет такой, как на [рис. 35.](#)] [Вернуться к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА XIV.

НАРИСОВАТЬ УСЕЧЕННЫЙ КРУГЛЫЙ КОНУС, ЗАДАННЫЙ ПО ПОЛОЖЕНИЮ И ВЕЛИЧИНЕ, ПРИЧЕМ УСЕЧЕНИЯ РАСПОЛОЖЕНЫ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПЛОСКОСТЯХ, А ОСЬ КОНУСА ВЕРТИКАЛЬНАЯ.

Пусть А В С D, [рис. 37.](#) - требуемая часть конуса.

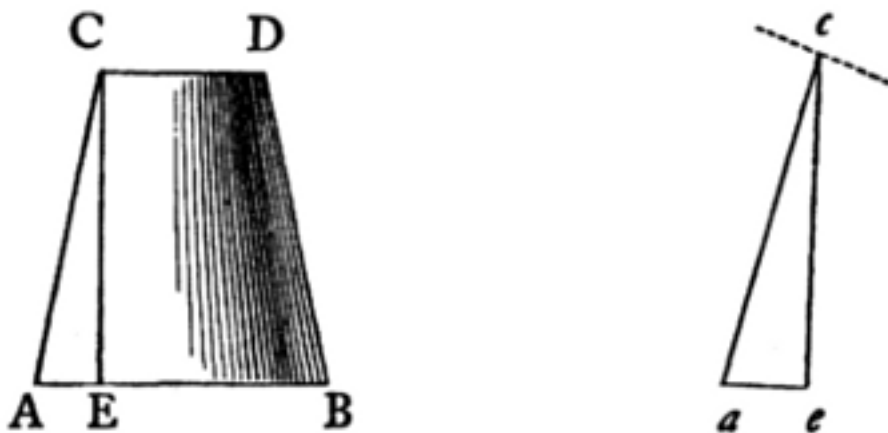


Рис. 37.

Поскольку он указан по величине, его диаметры должны быть указаны у основания и вершины, А В и С D; и его вертикальная высота, С Е.[[Сноска 24](#)]

И поскольку он задан по положению, должен быть указан центр его основания.

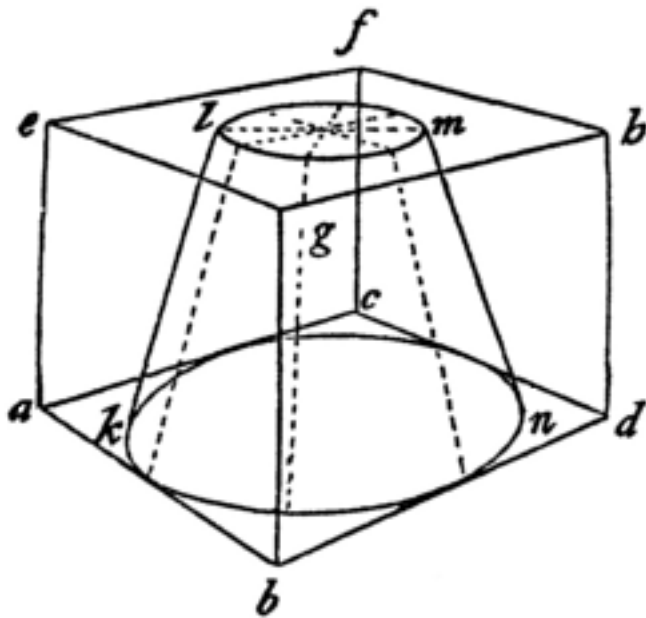


Рис. 38.

Нарисуйте примерно в этом центре[Сноска 25] квадратный столб  $a f d$ , рис. 38., сделав его высоту,  $b g$ , равной  $C E$ ; а его сторону,  $a b$ , равной  $A B$ .

В квадрат его основания,  $a b c d$ , вписываем окружность, которая, следовательно, равна диаметру основания конуса,  $A B$ .

В квадрат его вершины,  $e f g h$ , concentrically вписать окружность, диаметр которой должен быть равен  $C D$ . (Следствие. Проблема. XIII.)

Соедините концы окружностей правильными линиями  $l, n m$ . Тогда  $k l n m$  - это требуемая часть конуса.

### СЛЕДСТВИЕ I.

Если подобные многоугольники вписаны в одинаковых положениях в окружности  $k n$  и  $l m$  (Следствие. Проблема. XII.), и соответствующие углы многоугольников соединены прямыми линиями, полученная фигура будет частью многоугольной пирамиды. (Пунктирные линии на рис. 38., соединяющие концы двух диаметров и одной диагонали в соответствующих окружностях, занимают положение трех ближайших углов правильной восьмиугольной пирамиды, углы которой расположены по диагоналям и диаметрам квадрата  $a d$ , охватывающего ее основание.)

Если конус или многоугольная пирамида не усечена, ее вершина будет центром верхнего квадрата, как показано нарис. 26.

### СЛЕДСТВИЕ II.

Если вписать равные круги или равные и похожие многоугольники в верхний и нижний квадраты нарис. 38., результирующая фигура будет представлять собой вертикальный цилиндр или вертикальный многоугольный столб заданной высоты и диаметра, нарисованный в нужном положении.

### СЛЕДСТВИЕ III.

Если круги на [рис. 38.](#) вместо вписанных в квадраты  $bc$  и  $fg$  вписать в стороны сплошной фигуры  $be$  и  $df$ , причем эти стороны сделать квадратными, а линию  $bd$  любой заданной длины, результирующая фигура будет представлять собой, в соответствии с используемыми конструкциями, конус, многоугольную пирамиду, цилиндр или многоугольный столб, проведенный относительно горизонтальной оси, параллельной  $bd$ .

Аналогично, если круги начертаны по сторонам  $gd$  и  $eh$ , результирующие фигуры будут описаны вокруг горизонтальной оси, параллельной  $ah$ .

[Сноска 24: Или, если вместо этого указана длина его стороны  $AC$ , возьмем  $ae$ , [рис. 37.](#) равную половине превышения  $AB$  над  $CD$ ; от точки  $e$  поднимите перпендикуляр  $se$ . С центром  $a$  и расстоянием  $Ac$  опишите окружность, пересекающую  $se$  в  $s$ . Тогда  $se$  - требуемая высота по вертикали части конуса, или  $CE$ .] [Возврат к тексту](#)

[Сноска 25: Направление стороны квадрата, конечно, будет регулироваться исходя из удобства.] [Вернуться к тексту](#)

### ПРОБЛЕМА XV.

#### НАРИСОВАТЬ НАКЛОННУЮ ЛИНИЮ, ЗАДАННУЮ ПО ПОЛОЖЕНИЮ И ВЕЛИЧИНЕ.

До сих пор мы рассматривали условия только для горизонтальных и вертикальных линий или кривых, заключенных в прямоугольники.

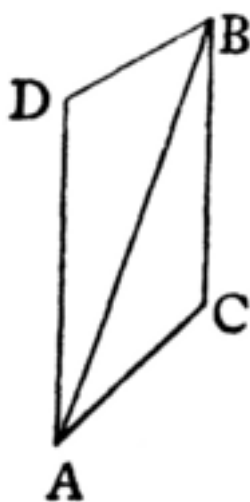
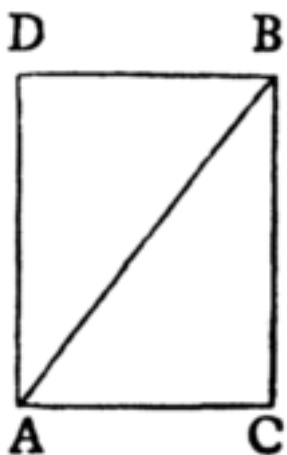


Рис. 39.

Рис. 40.

В заключение мы должны исследовать перспективу наклонных линий, начиная с одной, указанной в положении. Для полноты системы я привожу ее в Приложении II. Статья III. развитие этой проблемы из второй. Но на практике положение наклонной линии может быть наиболее удобно определено, если рассматривать ее как диагональ прямоугольника, как букву В нарис. 39., и поэтому я, хотя и с некоторой жертвой системы, рассмотрю ее здесь при этом условии.

Если заданы стороны прямоугольника АС и АD, определяется наклон линии АВ; и тогда ее положение будет зависеть от положения прямоугольника. Если, как нарис. 39., прямоугольник параллелен плоскости изображения, то линия АВ также должна быть параллельна. Если, как на рис. 40., прямоугольника наклонена на картинную плоскость, линия "В" будет так же. Таким образом, чтобы зафиксировать положение АВ, линия АС должна быть задана по положению и величине, а высота АD.



Рис. 41.

Если они даны, и требуется только нарисовать единственную линию  $Ab$  в перспективе, конструкция совершенно проста; таким образом:—

Проведите линию  $Ac$  по задаче I.

Пусть  $C$ , рис. 41., будет линией, проведенной таким образом. От  $a$  и  $c$  поднимите вертикальные линии  $ad$ ,  $cb$ . Сделайте  $ad$  равной видимой величине  $D$ . От  $d$  нарисуйте  $db$  до точки схода  $a$  с  $c$ , вырезав  $bc$  в  $b$ .

Присоединяйтесь  $ab$ . Тогда  $ab$  - требуемая наклонная линия.

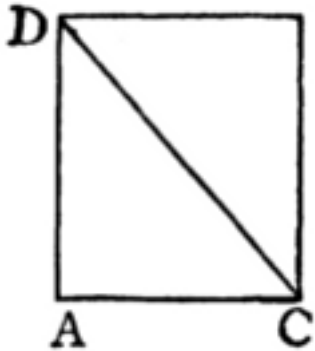


Рис. 42.

Если линия наклонена в противоположном направлении, как  $Dc$  на рис. 42., нам нужно только соединить  $dc$  вместо  $ab$  на рис. 41., и  $dc$  будет требуемой линией.

Далее я буду называть линию  $Ac$ , когда она используется для определения положения наклонной линии  $AB$  (рис. 40.), “относительной горизонталью” линии  $AB$ .

Наблюдение.

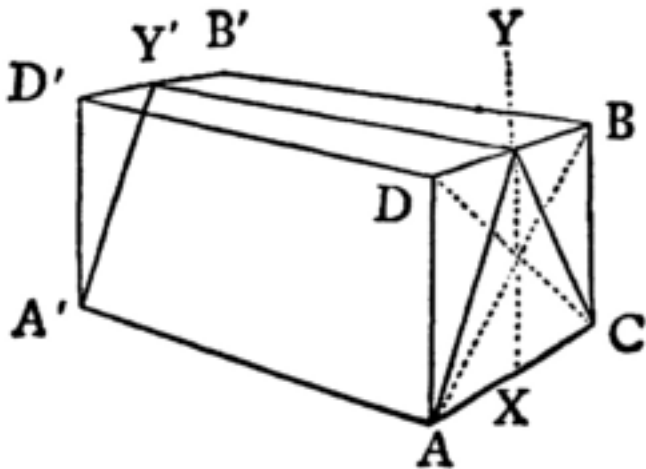


Рис. 43.

В общем, наклонные линии наиболее необходимы для двускатных крыш, в которых, при правильном указании условий, указана вертикальная высота фронтона,  $Xy$ , [рис. 43.](#), а базовая линия, обозначенная буквой  $C$ , находится в нужном положении. Когда они будут даны, нарисуйте  $AC$ ; поднимите вертикально  $AD$ ; сделайте  $D$  равным величине визирования  $Xy$ ; завершите перспективный прямоугольник  $ADBC$ ; соедините  $AB$  и  $DC$  (как пунктирными линиями на рисунке); и через пересечение пунктирных линий нарисуйте вертикальный  $XY$ , вырезая  $Db$  в  $Y$ . Соедините  $AY$ ,  $CY$ ; и эти линии будут сторонами фронтона. Если ....  $Y'$  до точки схода  $A A'$ , сокращая  $D' B'$  в  $Y'$ . Соедините  $A' Y'$ , и вы получите скат дальней стороны крыши.

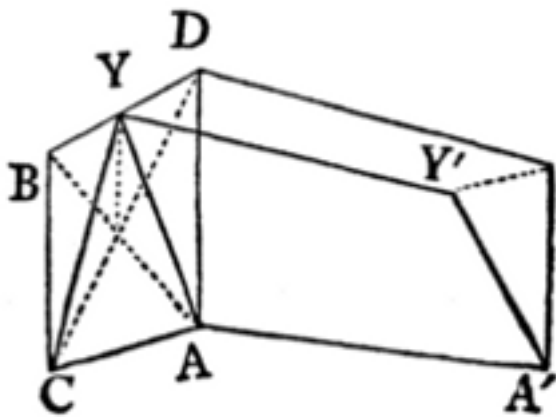


Рис. 44.

Конструкция над глазом такая, как на [рис. 44.](#); крыша повернута в обратном направлении просто для того, чтобы ознакомить ученика с различными аспектами ее линий.

## ПРОБЛЕМА XVI.

### ЧТОБЫ НАЙТИ ТОЧКУ СХОДА ДАННОЙ НАКЛОННОЙ ЛИНИИ.

Если, как показано на [рис. 43.](#) или на [рис. 44.](#), если будут выведены линии  $A Y$  и  $A' Y'$ , учащийся обнаружит, что они пересекаются.

Пусть  $P$ , [рис. 45.](#) будь точкой, в которой они встречаются.

От точки  $P$  опускаем вертикальную точку  $P V$  на линии визирования, сокращая линию визирования на  $V$ .

Затем студент экспериментально обнаружит, что  $V$  является точкой схода прямой  $A C$ .[\[Сноска 26\]](#)

Завершите прямоугольник основания  $A C'$ , проведя  $A' C'$  до  $V$ , а  $C C'$  до точки схода  $A A'$ .

Присоединяйся к  $Y' C'$ .

Теперь, если  $Y C$  и  $Y' C'$  будут произведены вниз, ученик обнаружит, что они встречаются.

Пусть они будут произведены и встретятся в  $P'$ .

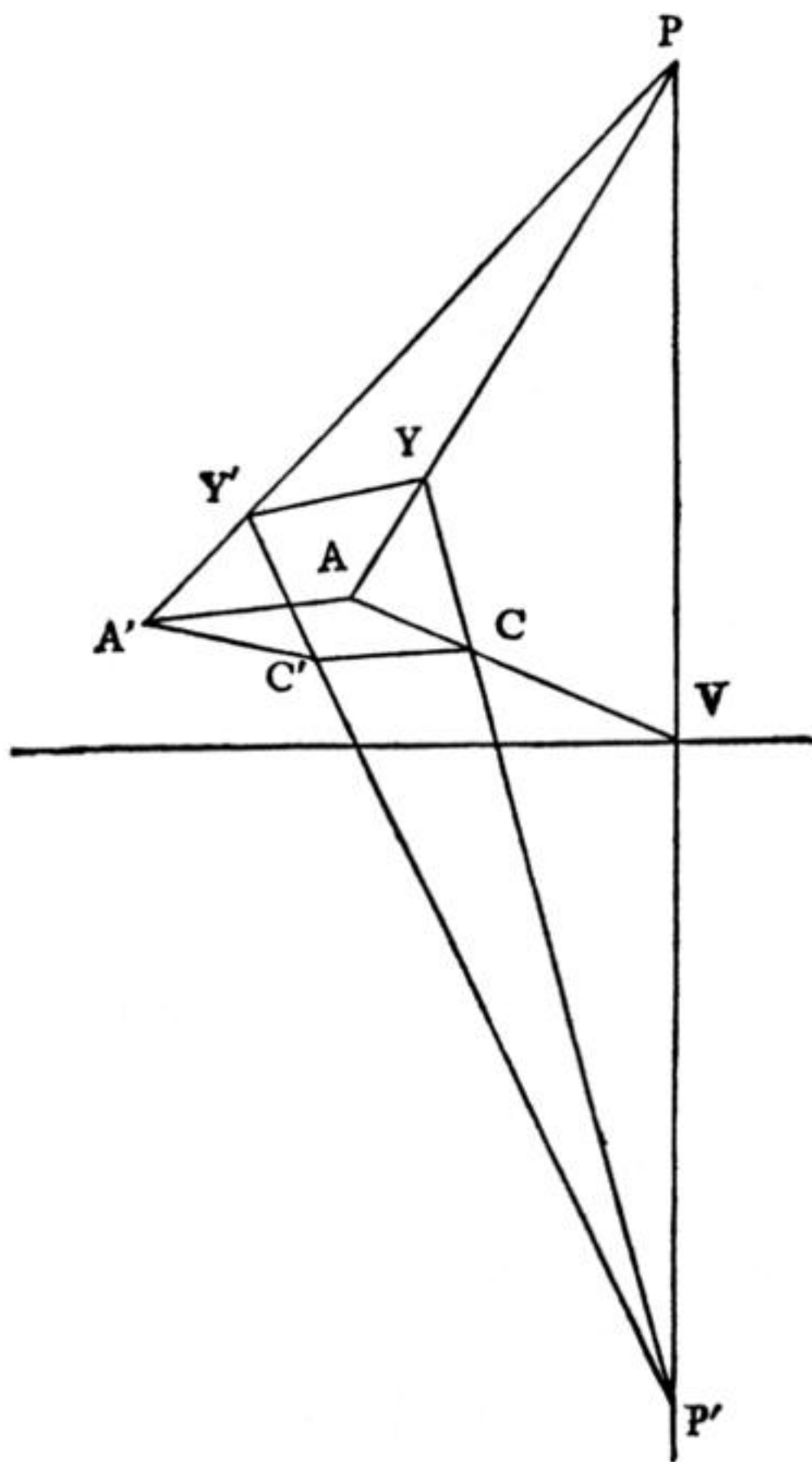
Произведите  $P v$ , и будет обнаружено, что она проходит через точку  $P'$ .

Следовательно, если  $A Y$  (или  $C Y$ ), [рис. 45.](#), быть любой наклонной линией, проведенной в перспективе по задаче [XV.](#), а  $A C$  - относительной горизонталью ( $A C$  на [рис. 39, 40.](#)), также проведенной в перспективе.

Через  $V$ , точку схода буквы  $V$ , проведите вертикальную линию  $P P'$  вверх и вниз.

Создайте букву  $Y$  (или  $C Y$ ), вырезав  $P$  из  $P'$  в  $P$  (или  $P'$ ).

Тогда  $P$  - точка схода  $A Y$  (или  $P' C Y$ ).



**Рис. 45.**

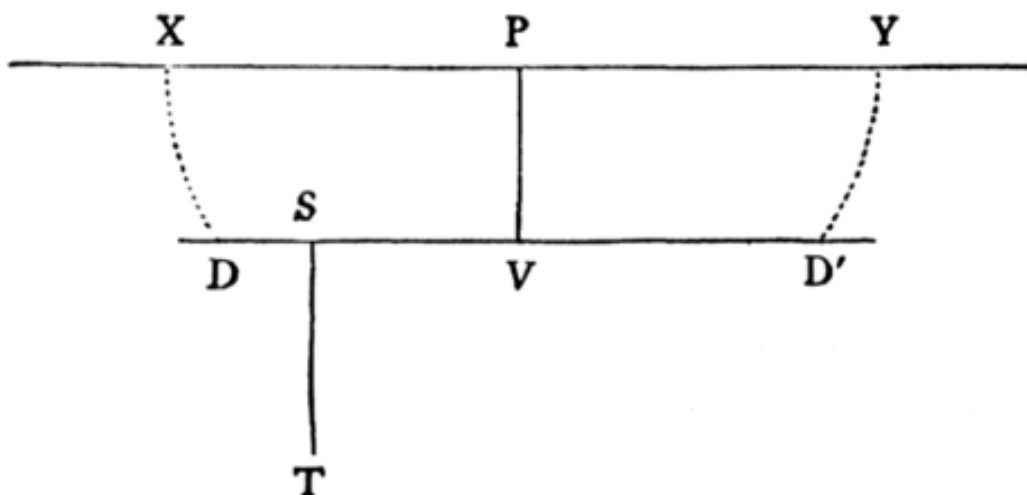
Учащийся заметит, что для того, чтобы найти точку Р с помощью этого метода, необходимо сначала провести часть данной наклонной линии с помощью [задачи XV](#). Практически, это всегда необходимо делать, и, следовательно, я привожу задачу в таком виде.

Теоретически, как будет показано при анализе задачи, точку Р следует найти, проведя линию от точки станции параллельно заданной наклонной линии: но практических средств проведения такой линии не существует; так что, в каких бы терминах ни ставилась задача, часть наклонной линии (А Y или С Y) всегда должна быть проведена в перспективе, прежде чем Р может быть найдено.

[Сноска 26: Демонстрация приведена в [Приложении II. Статья III.](#)] [Вернуться к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА XVII.

ЧТОБЫ НАЙТИ ТОЧКИ РАЗДЕЛЕНИЯ ДАННОЙ НАКЛОННОЙ ЛИНИИ.



**Рис. 46.**

Пусть Р, [рис. 46.](#), будет точкой схода наклонной линии, а V - точкой схода относительной горизонтали.

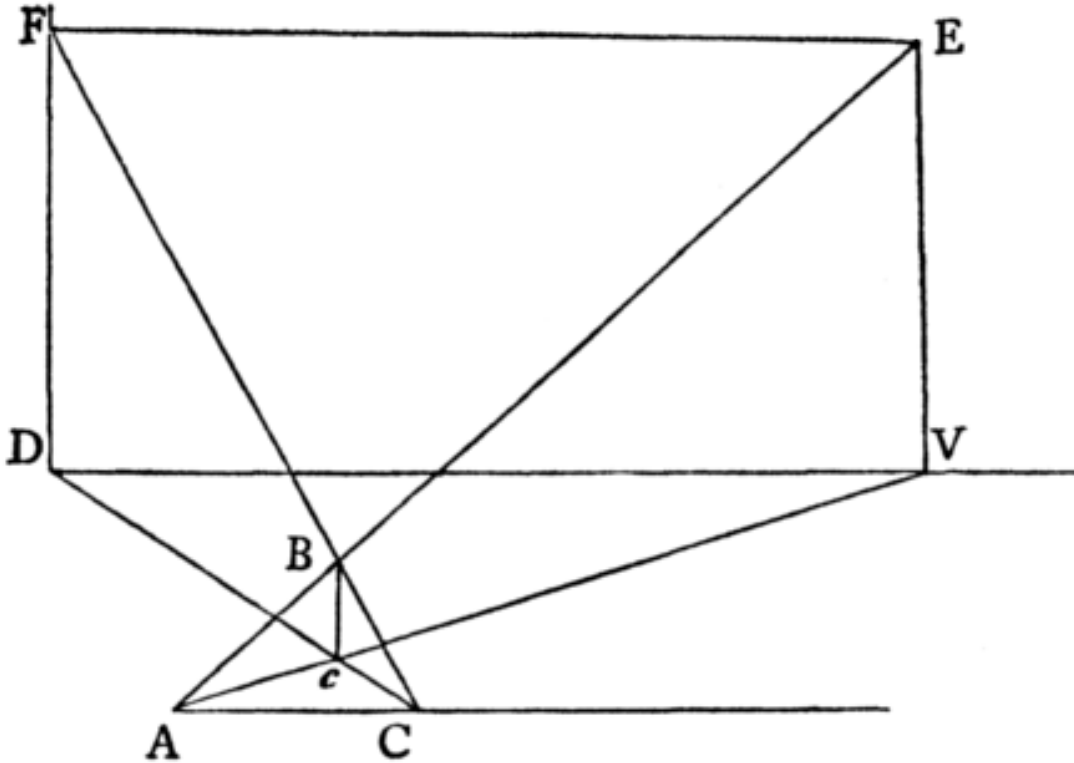
Найдите точки разделения относительной горизонтали D и D'.

Через Р проведите горизонтальную линию X Y.

С центром Р и расстоянием D P опишите две дуги D X и D' Y, разрезав линию X Y на X и Y.

Тогда X и Y являются разделительными точками наклонной линии. [\[Сноска 27\]](#)

*Об этом.* Точки деления, найденные по приведенному выше правилу, используемому с обычной измерительной линией, будут откладывать расстояния на удаляющейся наклонной линии, поскольку обычные точки деления откладывают их на удаляющейся горизонтальной линии.



**Рис. 47.**

Пусть  $A B$ , [рис. 47.](#), будет заданной наклонной линией, проведенной в перспективе, а  $A c$  - относительной горизонталью.

Найдите точки схода, V и E, для Aс и A B; D, точку раздела с; и видимую величину на измерительной линии или A C.

От D возведите перпендикуляр D F.

Соедините С В и произведите его так, чтобы вырезать D E в F. Соедините E F.

Тогда по аналогичным треугольникам  $Df$  равно  $Ev$ , а  $Ef$  параллельно  $DV$ .

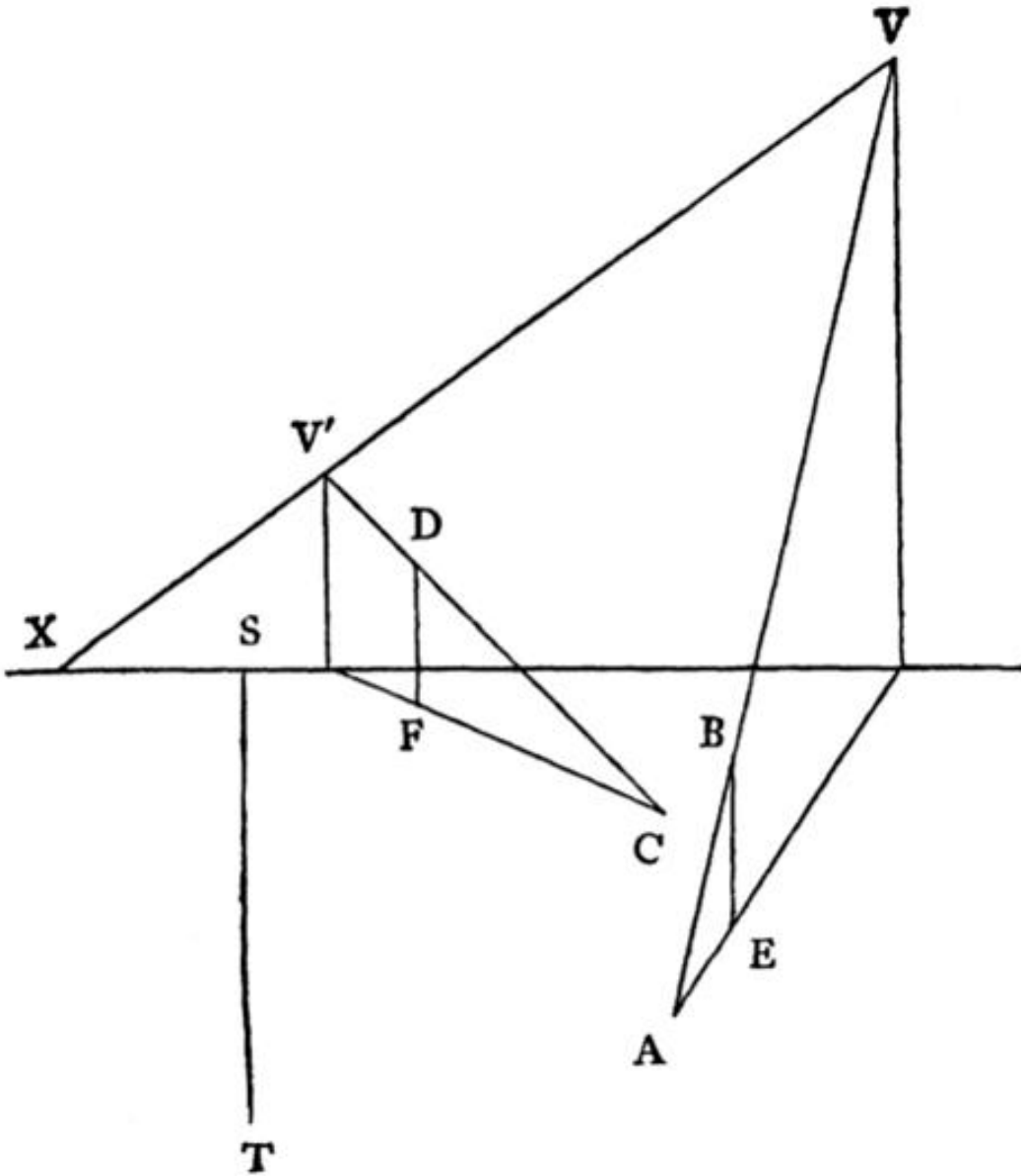
Отсюда следует, что если от D, точки раздела Ас, мы поднимем перпендикуляр и сделаем Df равным Ev, линия Cf, проведенная от любой точки С на измерительной линии до F, будет отмечать расстояние Ab по наклонной линии, Ab - это часть данной наклонной линии, которая образует диагональ вертикального прямоугольника, основанием которого является Ас.

[Сноска 27: Демонстрация приведена в Приложении II., [стр. 104.](#)] [Вернуться к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА XVIII.

ЧТОБЫ НАЙТИ ЛИНИЮ ВИЗИРОВАНИЯ НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ, В КОТОРОЙ ЗАДАНЫ ДВЕ ПРЯМЫЕ.[Сноска 28]

Как для того, чтобы зафиксировать положение прямой, на ней должны быть заданы две точки, так и для того, чтобы зафиксировать положение плоскости, на ней должны быть заданы две прямые.



**Рис. 48.**

Пусть двумя линиями будут А В и С D, [рис. 48](#).

Поскольку они указаны по положению, должны быть указаны относительные горизонталы  $Ae$  и  $Cf$ .

Затем к задаче XVI. точка схода  $A B$  равна  $V$ , а  $C D - V'$ .

Соедините  $V$  с  $V'$  и произведите его, чтобы отрезать линию визирования в  $X$ .

Тогда  $Vx$  - это линия визирования наклонной плоскости.

Как и горизонтальная линия визирования, она имеет неопределенную длину; и может быть произведена в любом направлении по мере необходимости, пересекая горизонтальную линию визирования, если плоскость продолжает опускаться в этом направлении.

$X$  - точка схода всех горизонтальных линий в наклонной плоскости.

[Сноска 28: Прочитайте статью об этой проблеме в Приложении, [стр. 97](#), прежде чем исследовать саму проблему.] [Вернуться к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА XIX.

ЧТОБЫ НАЙТИ ТОЧКУ СХОДА САМЫХ КРУТЫХ ЛИНИЙ В НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ, ЛИНИЯ ВИДИМОСТИ КОТОРОЙ ЗАДАНА.

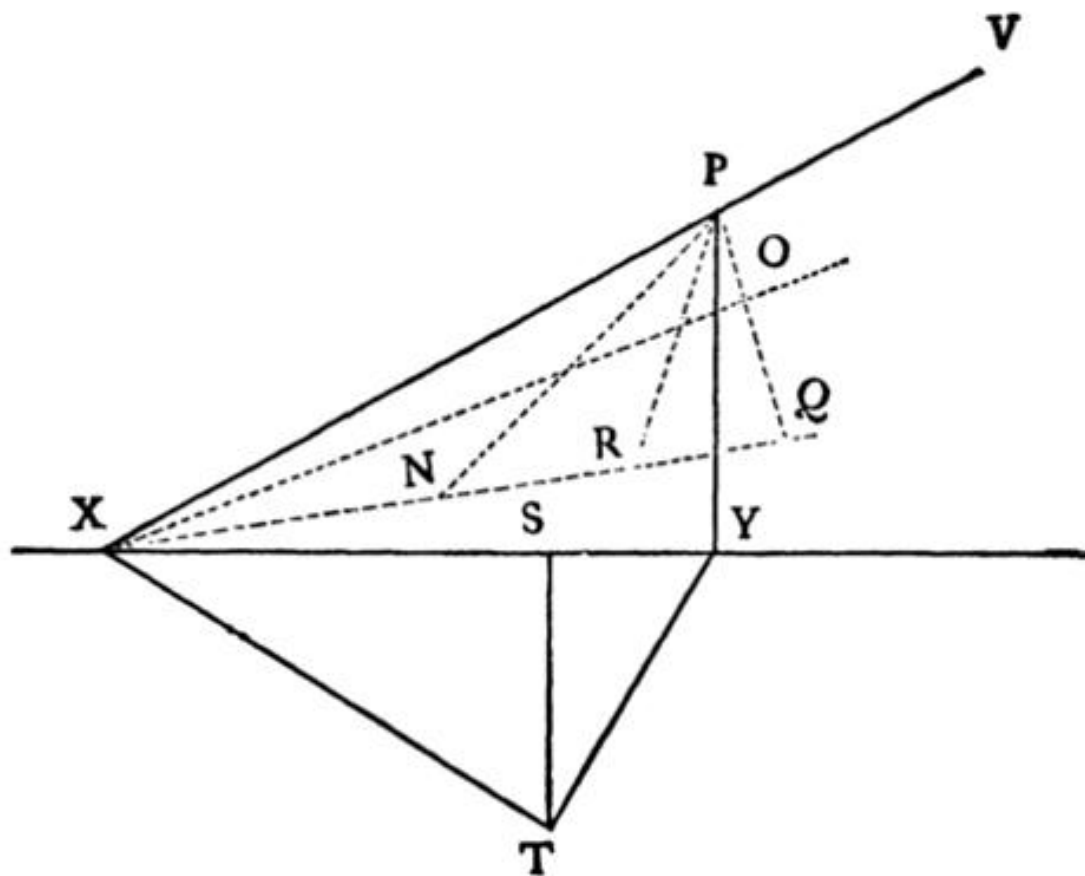


Рис. 49.

Пусть V X, [рис. 49.](#), будет заданной линией визирования.

Срежьте горизонтальную линию визирования в X.

Следовательно, X - точка схода горизонтальных линий в данной наклонной плоскости.  
([Проблема XVIII.](#))

Соедините T X и нарисуйте T Y под прямым углом к T X.

Следовательно, Y - прямоугольная точка схода, соответствующая X.[\[Сноска 29\]](#)

От Y проведите вертикальную линию Y P, пересекая линию обзора наклонной плоскости в точке P.

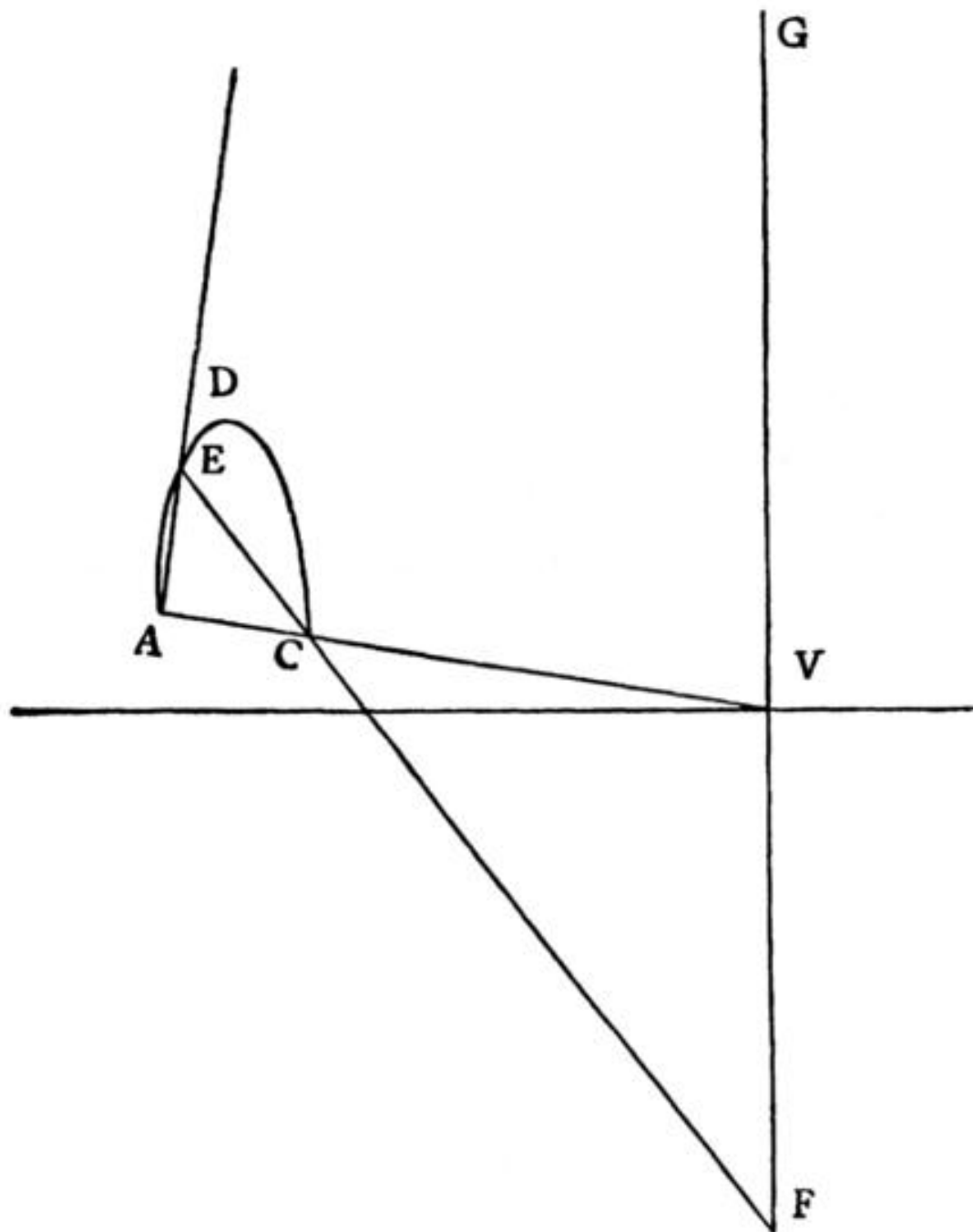
Тогда P - точка схода самых крутых линий на плоскости.

Все линии, проведенные к нему, как  $Qp$ ,  $Rp$ ,  $Np$  и т.д., Являются максимально крутыми на плоскости; и все линии, проведенные к  $X$ , как  $Qx$ ,  $Ox$  и т.д., Горизонтальны и расположены под прямым углом к линиям  $PQ$ ,  $PR$  и т.д.

[Сноска 29: То есть точка схода горизонтальных линий, проведенных под прямым углом к линиям, точка схода которых равна  $X$ .] [Вернуться к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА XX.

НАЙТИ ТОЧКУ СХОДА ПРЯМЫХ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ ПОВЕРХНОСТИ ДАННОЙ НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ.



**Рис. 50.**

Поскольку задана наклонная плоскость, должна быть задана или может быть установлена одна из ее самых крутых линий.

Пусть А В, [рис. 50.](#), является участком самой крутой линии в данной плоскости, а V - точкой схода ее относительной горизонтали.

Через V проведите вертикальную линию Gf вверх и вниз.

От А отделите любую часть относительной горизонтали А С и на А С опишите полукруг в вертикальной плоскости, А D С, вырезающий букву В в Е.

Соедините Е С и произведите его так, чтобы разрезать Gf на F.

Тогда F - требуемая точка схода.

Поскольку А Ес - угол в полукруге, это прямой угол; и, следовательно, линия Ef находится под прямым углом к линии Ab; и аналогично все линии, проведенные к F и, следовательно, параллельные Ef, находятся под прямым углом к любой линии, которая их пересекает, проведенной к точке схода А В.

И поскольку полукруг А Dс находится в вертикальной плоскости, а его диаметр Ас находится под прямым углом к горизонтальным линиям, пересекающим поверхность наклонной плоскости, линия Ес, находящаяся в этом полукруге, также находится под прямым углом к таким пересекающимся линиям. И, следовательно, линия Ес, находящаяся под прямым углом к самым крутым линиям на плоскости и к горизонтальным линиям на ней, перпендикулярна ее поверхности.

---

Предыдущая серия конструкций с примерами из первой статьи Приложения позволяет учащемуся нарисовать любую форму, какой бы сложной она ни была, [\[Сноска 30\]](#), которая не предполагает пересечения криволинейных поверхностей. Я не буду переходить к анализу ни одной из этих более сложных проблем, поскольку они совершенно бесполезны в обычной практике художников. Всего в нескольких словах я должен попросить читателя о дальнейшем терпении, уважая общее расположение и масштаб картины.

Поскольку горизонтальная линия визирования проводится через точку визирования, а точка визирования находится напротив глаза, линия визирования всегда находится на уровне глаза. Выше и ниже линии обзора глаз воспринимает, когда он поднят или опущен, когда голова удерживается вертикально, примерно равное пространство; и по обе стороны от точки обзора примерно одинаковое пространство легко просматривается без поворота головы; так что, если изображение представляет истинное поле зрения, оно должно быть круглым, а точка обзора находится в центре. Но поскольку некоторые части любого данного вида обычно более интересны, чем другие, либо неинтересные части опускаются, либо включается несколько больше, чем обычно можно увидеть из интересных частей, перемещая поле изображения немного вверх или вниз, чтобы переместить точку обзора ниже или выше. Суть операции будет понятна через мгновение, если вырезать отверстие в куске картона и перемещать его вверх и вниз перед глазом, не перемещая сам глаз. Будет видно, что он охватывает иногда низкие, иногда высокие объекты, не изменяя их перспективу, только глаз будет находиться напротив нижней части отверстия, когда он видит более высокие объекты, *и наоборот*.

В законах перспективы нет причин, по которым изображение не должно быть перемещено вправо или влево от точки обзора, а также вверх или вниз. Но есть и практическая причина. В тот момент, когда зритель видит горизонт на картинке высоко, он старается держать голову высоко, то есть на нужном месте. Когда он видит горизонт на картинке низко, он точно так же пытается низко опустить голову. Но если точка прицеливания перенесена на левую или правую руку, он не понимает, что должен сделать шаг немного вправо или влево; а если он помещает себя, как обычно, посередине, вся перспектива искажается. Следовательно, как правило, не рекомендуется смещать точку прицеливания вбок, от центра снимка. Голландские художники, однако, бесстрашно берут на себя смелость размещать его справа или слева, и часто с хорошим эффектом.

Прямолинейное ограничение сторон, верха и основания картины, конечно, совершенно произвольно, подобно пространству пейзажа, который был бы виден через окно; меньше или больше видно по желанию зрителя, когда он удаляется или приближается.

Расстояние до конечной точки не является таким уж произвольным. В обычных случаях оно не должно быть меньше предполагаемого максимального размера (высоты или ширины) изображения. В большинстве работ великих мастеров это нечто большее; они не только рассчитывают на то, что их картины будут видны со значительных расстояний, но им нравится широта масс в зданиях и не нравятся острые углы, которые всегда возникают из-за расположения станций на коротких расстояниях.[\[Сноска 31\]](#)

Всякий раз, когда перспектива, выполненная по истинному правилу, выглядит неправильно, это всегда потому, что точка отсчета находится слишком близко. С самого начала определите, с какого расстояния зритель, вероятно, будет рассматривать произведение, и никогда не выбирайте станцию на меньшем расстоянии.

Есть еще одна и очень важная причина, требующая не только тщательного размещения пункта базирования, но и точного расчета расстояния и соблюдения измерений, на которых настаивали на протяжении всей этой работы. Все рисунки объектов в уменьшенном масштабе являются, при правильном выполнении, рисунками внешнего вида объекта на расстоянии, которое в истинной перспективе уменьшает его до этого масштаба. Это *немаленькие* рисунки объекта, видимого вблизи, а рисунки *реального размера* объекта, видимого издалека. Таким образом, если вы рисуете гору в пейзаже высотой в три дюйма, вы не уменьшаете все особенности ближайшей горы так, чтобы она заняла три дюйма бумаги. Вы не могли бы этого сделать. Все, что вы можете сделать, это создать видимость горы, когда она находится так далеко, что три дюйма бумаги действительно скрыли бы ее от вас. Точно так же рисуется любой другой объект. Лицо может быть уменьшено в масштабе не больше, чем гора. Это уже бесконечно тонкое изображение; его можно совершенно правильно передать только в его собственном масштабе или, по крайней мере, в слегка уменьшенном масштабе, который можно было бы зафиксировать, поместив стеклянную пластинку, предположительно представляющую поле изображения, рядом с фигурами. Корреджо и Рафаэлю обоим нравилась эта слегка приглушенная величина фигуры. Колоссальная живопись, в которой Корреджо превзошел всех остальных, обычно представляет собой увеличение маленькой картины (как колоссальная скульптура - маленькой статуи), чтобы можно было разглядеть изображенный на ней предмет на расстоянии. Следовательно, обработка колоссальных (в отличие от обычных) картин будет зависеть, в общем, от принципов оптики в большей степени, чем от принципов перспективы,

хотя иногда части могут быть представлены так, как если бы они были проекцией ближайших объектов на плоскость позади них. Во всех отношениях этот предмет очень сложен и тонок; и его рассмотрение не входит в рамки данного эссе.

Наконец, из этих соображений следует, и вывод имеет большое практическое значение, что, хотя изображения можно увеличивать, их нельзя уменьшить при их копировании. По этой причине все попытки полностью выгравировать изображения в уменьшенном масштабе бесполезны. Лучшее, что можно сделать, - это придать изображению вид на расстоянии, которое уменьшает его в перспективе до требуемого размера; или, другими словами, нарисовать отдаленный эффект изображения. Хорошая живопись, как и творение самой природы, бесконечна и не поддается сокращению.

Мне бы хотелось, чтобы в этой книге было меньше стремления к бесконечному и несводимому. Оно настолько вышло за рамки, которые я надеялся ему придать, что, не сомневаясь, читатель простит мне поспешность заключения и будет благодарен, как и я сам, за то, что довел его до конца на любых условиях.

[Сноска 30: Как и в алгебраической науке, в сложной перспективе многое зависит от готовности ученика к изобретению средств и от его быстрого видения кратчайшего пути, которым может быть достигнуто решение, когда существует несколько способов.] [Вернуться к тексту](#)

[Примечание 31: Величайшим мастерам также нравится параллельная перспектива, то есть когда одна сторона их зданий полностью выходит на них фасадом и, следовательно, параллельна плоскости изображения, в то время как другая сторона исчезает в точке обзора. Это почти всегда делается на фоне рисунков, обеспечивая простые и сбалансированные линии.] [Вернуться к тексту](#)

## ПРИЛОЖЕНИЕ.

---

I.  
ПРАКТИКА И НАБЛЮДЕНИЯ.

II.  
ДЕМОНСТРАЦИИ.

I.  
ПРАКТИКА И НАБЛЮДЕНИЯ ПО ПРЕДЫДУЩИМ ПРОБЛЕМАМ.

---

### Проблема I.

Чтобы эта проблема была понятна обычному студенту, потребуется пример.

Ближайший угол рисунка на ковре находится в  $4\frac{1}{2}$  футах под глазом, в 2 футах справа от нас и в  $3\frac{1}{2}$  футах непосредственно от нас. Мы намереемся нарисовать узор, который будет хорошо

виден, если держать его на расстоянии  $1\frac{1}{2}$  фута от глаза. Требуется зафиксировать положение угла фрагмента узора.

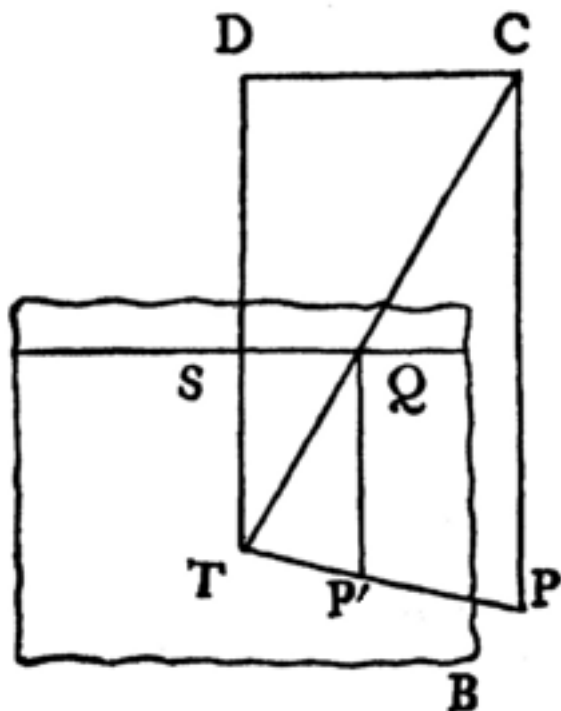


Рис. 51.

Пусть А В, [рис. 51.](#), будет нашим листом бумаги шириной около 3 футов. Сделайте S T равным  $1\frac{1}{2}$  фута. Проведите линию визирования через S. Произведите T S и сделайте D S равной 2 футам, следовательно, T D равно  $3\frac{1}{2}$  футам. Нарисуйте Dc, равный 2 футам; Cp, равный 4 футам. Соедините Tc (пересекая линию визирования в Q) и T P.

Пусть падает вертикаль Q P', тогда P' - это требуемая точка.

Если линии, как на рисунке, выходят за пределы вашего листа бумаги, то для того, чтобы нарисовать их, необходимо прикрепить к его краям другие листы бумаги. Это неудобно, но должно быть сделано сначала, чтобы вы могли ясно видеть свой путь; а иногда и позже, хотя при быстром рисовании есть способы обойтись без такого расширения.

Очевидно, однако, что никакое расширение поверхности не могло бы принести нам никакой пользы, если бы расстояние Td составляло не 3 с половиной фута, а 100 футов, или милю, как это легко могло бы быть в ландшафте.

Следовательно, необходимо найти какие-то другие способы построения; для этого мы должны изучить принцип задачи.

При анализе [рис. 2.](#) во вступительных замечаниях я использовал слово “высота” только для башни Qp, поскольку закон, выведенный из рисунка, может быть применен только к ее вертикальной высоте. Ибо предположим, что это была пирамида, как O Q P, [рис. 52.](#), тогда изображение его стороны, Qp, будучи, как и любой другой величины, ограниченным на стекле Ab линиями, идущими от его краев, будет иметь только длину Q' S; и неверно, что Q' S относится к Q P, как T S относится к T P. Но если мы пропустим вертикальный Q D из Q, чтобы получить

вертикальную высоту пирамиды, тогда верно, что  $Q'S$  относится к  $QD$ , поскольку  $TS$  относится к  $TD$ .

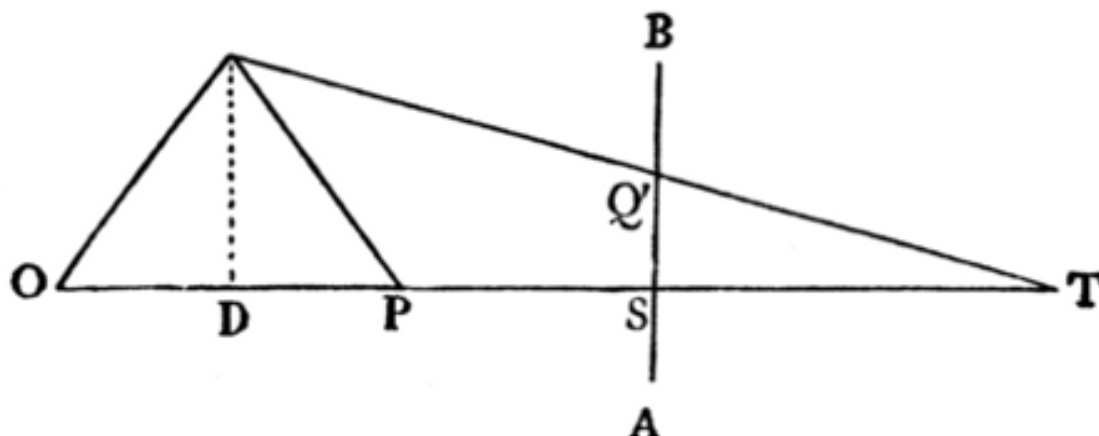


Рис. 52.

Предположим, что эта фигура представляет собой не пирамиду, а треугольник на земле, и что  $Qd$  и  $Qr$  являются горизонтальными линиями, выражающими поперечное расстояние от линии  $Td$ , тем не менее правило было бы ложным для  $QP$  и true для  $QD$ . И, аналогично, это верно для всех линий, которые параллельны, например  $Qd$ , плоскости изображения  $Ab$ , и неверно для всех линий, которые наклонены к ней под углом.

Следовательно, в общем случае. Пусть  $PQ$  (рис. 2. во Введении, стр. 6) быть любой величины *параллельным плоскости рисунка*; и  $P'Q'$  его изображение на рисунке.

Тогда всегда верна формула, которую вы выучили во Введении:  $P'Q'$  относится к  $PQ$  так же, как  $S$  относится к  $D$ .

Теперь величину  $PQ$  в этой формуле я называю "ВИДИМОЙ ВЕЛИЧИНОЙ" линии  $PQ$ . Ученик должен хорошо запомнить этот термин и его значение. "Видимая величина" линии - это величина, которая соотносится с реальной линией в той же пропорции, в какой расстояние изображения соотносится с расстоянием объекта. Таким образом, если башня имеет высоту сто футов и находится в ста ярдах от нее; а картина или кусок стекла находится в одном ярде от зрителя, между ним и башней; тогда отношение расстояния изображения к расстоянию от башни равно 1 к 100, то величина высоты башни для зрения будет равна 1 к 100, то есть одному футу. Если башня находится на расстоянии двухсот ярдов, то видимая величина ее высоты составит полфута и так далее.

Но дальше. При операциях с перспективой постоянно необходимо измерять другие размеры объектов с помощью визуальной величины их вертикальных линий. Таким образом, если башня высотой в сто футов имеет квадратную форму и двадцать пять футов в ширину с каждой стороны; если визуальная величина высоты равна одному футу, то измерение стороны, приведенное к тому же масштабу, составит сотую часть от двадцати пяти футов, или трех дюймов: и, соответственно, я использую в этом трактате термин "визуальная величина" без разбора для всех линий, уменьшенных в той же пропорции, что и вертикальные линии объекта. Если я говорю вам найти "видимую величину" любой линии, я имею в виду, что всегда находите величину, которая соответствует этой линии соотношению  $St$  к  $Dt$ ; или, проще говоря, уменьшите линию до масштаба, который вы установили путем первого определения длины  $St$

Следовательно, вы должны научиться быстро рисовать в масштабе, прежде чем делать что-либо еще; поскольку все измерения вашего объекта должны быть приведены к масштабу, установленному St, прежде чем вы сможете использовать их в своей схеме. Если объект находится в пятидесяти футах от вас, а ваша бумага - в одном футе, все линии объекта должны быть уменьшены до масштаба одной пятидесятой, прежде чем вы сможете их использовать; если объект находится в двух тысячах футов от вас, а ваша бумага - в одном футе, все ваши линии должны быть уменьшены до масштаба одной двухтысячной, прежде чем вы сможете их использовать, и так далее. Только на предельной практике сокращение никогда не должно быть утомительным, поскольку в случае больших расстояний точность никогда не требуется. Если здание находится на расстоянии трех-четырех миль, малейшее случайное изменение прикосновения приводит к разнице в десять-двадцать футов в высоту или ширину, если оценивать их с помощью точного закона перспективы. Следовательно, никогда не предпринимаются попытки проводить измерения с высокой точностью на таких расстояниях. Измерения требуются только на расстояниях, не превышающих двухсот-трехсот футов. Таким образом, может оказаться необходимым изобразить неф собора точно таким, каким он виден с места в семидесяти футах перед данной колонной; но вряд ли от нас потребуется рисовать собор на расстоянии трех миль точно таким, каким он виден с расстояния в семьдесят футов перед данной вехой. Конечно, если такая вещь потребуется, это можно сделать; только сокращения несколько длительны и сложны: в обычных случаях легко предположить расстояние St, чтобы в одно мгновение получить уменьшенные размеры. Таким образом, пусть высота колонны нефа, в предполагаемом случае, составляет 42 фута, а от нас требуется стоять на расстоянии 70 футов от нее: предположим, что St равно 5 футам. Тогда, поскольку 5 равно 70, требуемая видимая величина будет равна 42; то есть видимая величина высоты столба будет равна 3 футам. Если мы примем S T равным  $2\frac{1}{2}$  футам, высота столба составит  $1\frac{1}{2}$  фута и так далее.

А для тонкого разделения на неправильные части, которые невозможно измерить, вам пригодятся девятая и десятая задачи шестой книги Евклида: однако, я думаю, более практичной является следующая конструкция:—

Линия АВ (рис. 53.) разделяется заданными точками, а, b, c, на заданное количество неравнозначных частей; требуется разделить любую другую линию, CD, на равное количество частей, относящихся друг к другу в тех же пропорциях, что и части АВ, и расположенных в том же порядке.

Нарисуйте две линии параллельно друг другу, как показано на рисунке.

Соедините АС и ВD и создайте линии АС, ВD, пока они не пересекутся в Р.

Соедините аР, bР, сР, вырезав сD в f, g, h.

Затем строка CD делится, как требуется, на f, g, h.

На рисунке линии А, В и С, D случайно перпендикулярны точке Р. В этом нет необходимости.

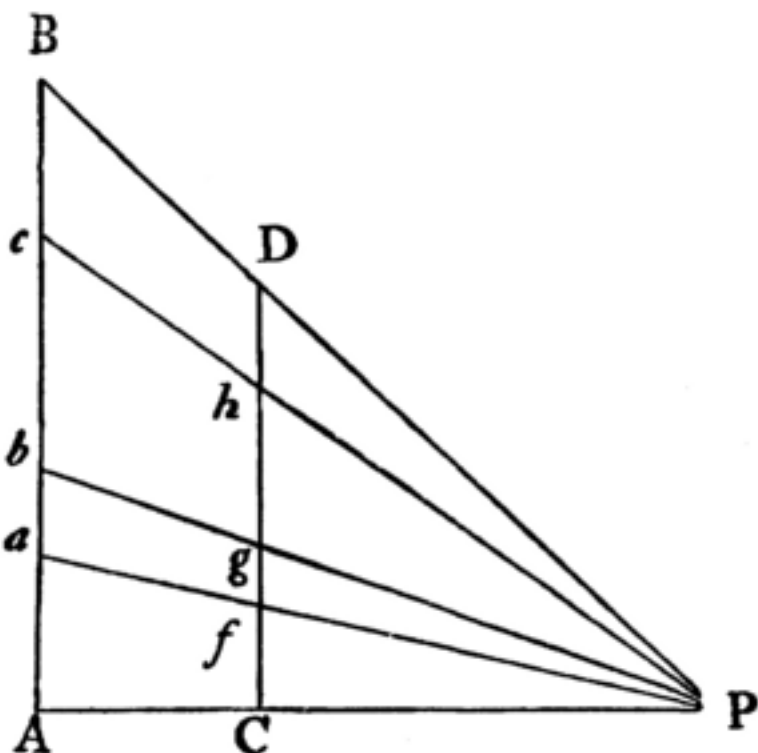


Рис. 53.

Теперь вернемся к нашей первой проблеме.

Конструкция, приведенная на рисунке, является лишь самым быстрым математическим способом получения на рисунке видимых величин  $Dc$  и  $Pc$ , которые обе являются величинами, параллельными плоскости изображения. Но если эти величины слишком велики, чтобы их можно было таким образом нанести на бумагу, вам остается только добиться уменьшения в масштабе. Таким образом, если  $Ts$  равно одному футу,  $Td$  - восьмидесяти футам,  $Dc$  - сорока футам и  $Cr$  - девяноста футам, то расстояние  $Q S$  должно быть равно одной восьмидесятой от  $Dc$ , или половине фута; а расстояние  $Qr'$  - одной восьмидесятой от  $Cr$ , или одной восьмидесятой от девяноста футов; то есть девять восьмых фута, или тринадцать с половиной дюймов. Линии  $St$  и  $Pt$ , таким образом, *практически* бесполезны, поскольку необходимы только для измерения  $Q S$  и  $Q P$ , на вашем листе, с соответствующими величинами видимости. Но математическая конструкция, данная в [задаче I.](#), является основой всех последующих задач, и, если ее однажды тщательно понять и практиковать (ее можно досконально понять только на практике), все остальные проблемы легко решатся.

Наконец. Обратите внимание, что любая операция с перспективой, какая бы она ни была, может выполняться с уменьшенными размерами каждой используемой линии, чтобы удобно разместить ее в пределах вашей бумаги. Когда требуемая фигура, таким образом, построена в небольшом масштабе, вам остается только точно увеличить ее в той же пропорции, в какой вы уменьшили линии построения, и вы получите фигуру, построенную в перспективе в масштабе, необходимом для использования.



должна быть найдена отдельно для этих возвратов. Но смотрите [Практику по задаче XI](#).



**Рис. 55.**

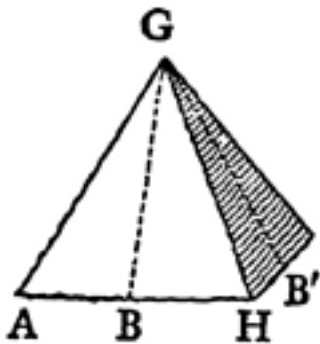
Внутренние углы, такие как  $\angle BSC$ , [рис. 55](#). (предположим, угол комнаты) должны обрабатываться таким же образом, при этом измерения каждой стороны комнаты должны проводиться отдельно от измерительной линии. В таких случаях иногда может случиться так, что нам приходится переносить измерение *вверх* от угла  $B$ , и что визуальные величины даются нам исходя из длины линии  $AB$ . Например, предположим, что высота комнаты восемнадцать футов, и, следовательно,  $AB$  равна восемнадцати футам; и мы должны отложить длину в шесть футов от верхней части стены комнаты,  $BC$ . Найдите  $D$ , точку деления  $BC$ . Проведите измерительную линию,  $Bf$ , от  $B$ ; и еще одну,  $gC$ , в любом месте выше. На  $Bf$  отложите  $Bg$ , равный одной трети  $AB$ , или шести футам; и проведите от  $D$  через  $G$  и  $B$  линии  $Gg$ ,  $Bb$ , до верхней измерительной линии. Тогда  $gb$  составляет шесть футов на этой измерительной линии. Сделайте  $b'c$ ,  $c'h$ , etc., equal to  $bg$ ; and draw  $c'e$ ,  $h'f$ , etc., to  $D$ , cutting  $BC$  in  $e$  and  $f$ , которые обозначают требуемые длины в шесть футов каждая в верхней части стены.

## ПРОБЛЕМА X.

Это одна из важнейших основополагающих проблем в перспективе, и необходимо, чтобы учащийся полностью ознакомился с ее условиями.

Чтобы сделать это, он должен сначала пронаблюдать эти общие соотношения величин в любой пирамиде на квадратном основании.

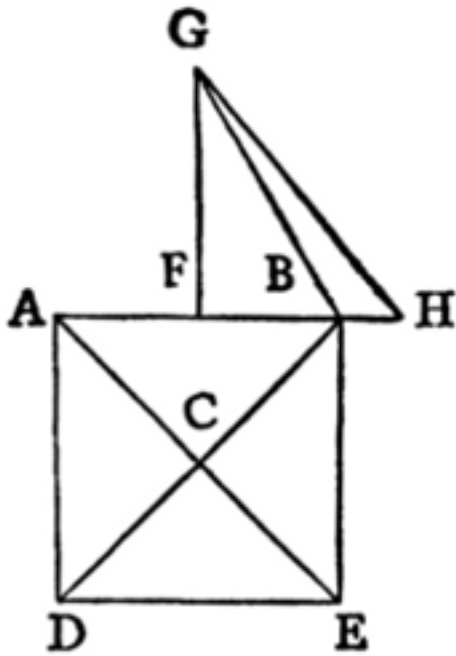
Пусть  $AGH'$ , [рис. 56](#)., - любая пирамида на квадратном основании.



**Рис. 56.**

Наилучшими терминами, в которых можно определить его величину, являются длина одной стороны его основания,  $Ah$ , и его вертикальная высота ( $CD$  на [рис. 25](#).); ибо, зная их, мы знаем и все остальные величины. Но это не те термины, в которых обычно можно определить его размер. Как правило, мы будем иметь заданную нам и сможем установить путем измерения одну сторону его основания  $Ah$ , а также либо  $Ag$  длину одной из линий его углов, либо  $Bg$  (или  $B'G$ ) длину линии, проведенной от ее вершины,  $G$ , до середины стороны ее основания. При измерении реальной пирамиды точкой  $G$  обычно является линия, которую легче всего найти; но во многих архитектурных задачах задается точка  $G$  или ее легче всего установить.

Поэтому обратите внимание на эту общую конструкцию.



**Рис. 57.**

Пусть A B D E, [рис. 57.](#), является квадратным основанием любой пирамиды.

Нарисуйте его диагонали, A E, B D, пересекая друг друга в центре, C.

Разделите пополам любую сторону A B в F.

Из вертикального положения F G.

Преобразуйте F B в H и сделайте F H равным A C.

Теперь, если вертикальная высота пирамиды (C D на [рис. 25.](#)) будет задано, сделайте Fg равным этой высоте по вертикали.

Присоединяйтесь к G B и G H.

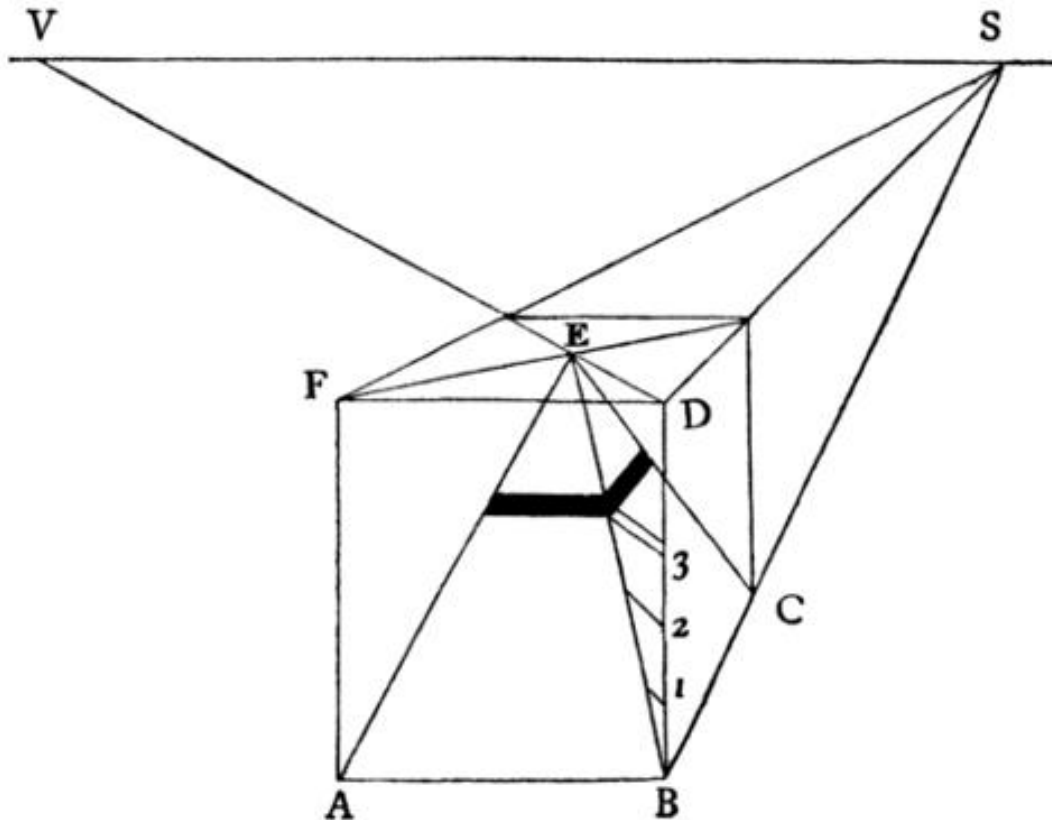
Тогда Gb и Gh - истинные величины Gb и Gh на [рис. 56.](#)

Если задано значение Gb, а не высота по вертикали, с центром B и расстоянием Gb, опишите окружность, пересекающую Fg в G, а Fg - высоту по вертикали.

Если задано значение G H, опишите окружность от H на расстоянии G H, и она аналогичным образом сократит F G в G.

Ученику особенно необходимо тщательно изучить эту конструкцию, потому что во многих сложных формах орнаментов, капителях колонн и т.д. Линии Bg и Gh становятся границами или основаниями кривых, которые удлиняются на более длинном (или угловом) профиле Gh и укорачиваются на более коротком (или боковом) профиле B G. Мы возьмем простой пример, но предварительно должны отметить другую конструкцию.

Часто бывает необходимо, когда пирамиды представляют собой корни какой-либо декоративной формы, разделить их по горизонтали на заданной высоте по вертикали. Самый короткий способ сделать это, как правило, следующий.



**Рис. 58.**

Пусть  $AEC$ , [рис. 58.](#), - любая пирамида на квадратном основании  $ABCD$ , а  $ADC$  - квадратная опора, использованная при ее постройке.

Затем с помощью конструкции ([задача X.](#))  $BD$  и  $Af$  равны высоте пирамиды по вертикали.

Из диагоналей,  $FE$ ,  $DE$ , выберите самую короткую (в данном случае  $DE$ ) и произведите ее, чтобы сократить линию визирования в  $V$ .

Следовательно,  $V$  - точка схода  $DE$ .

Разделите  $Db$ , если потребуется, на видимые величины заданных вертикальных высот, на которые должна быть разделена пирамида.

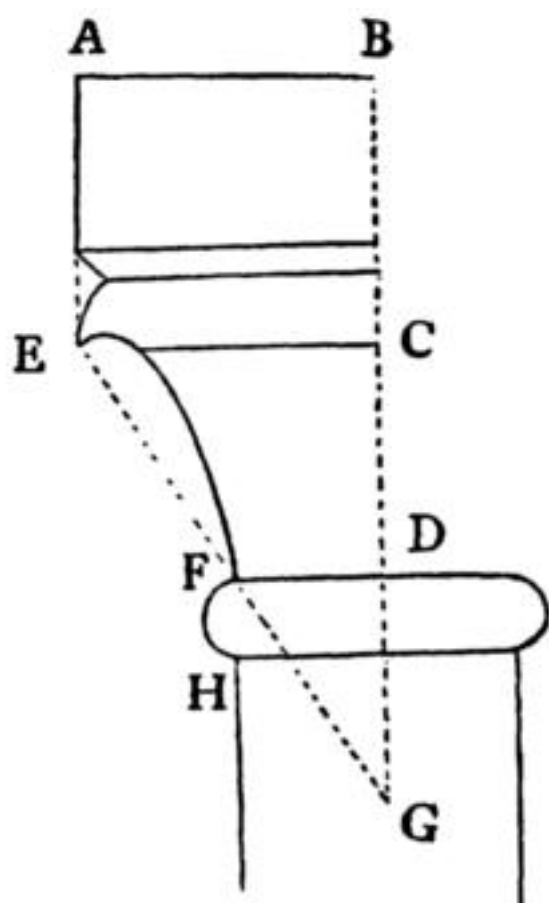
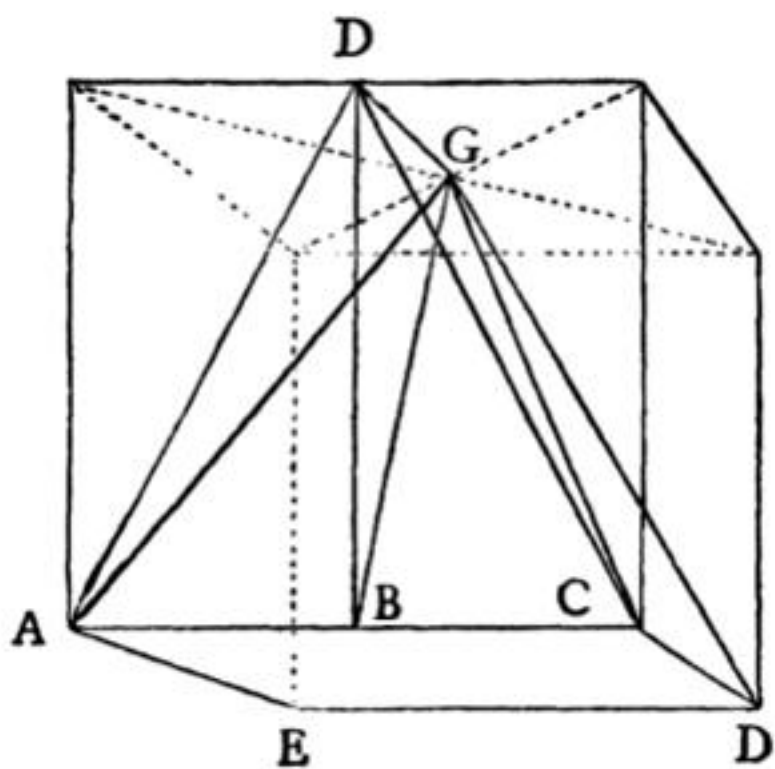
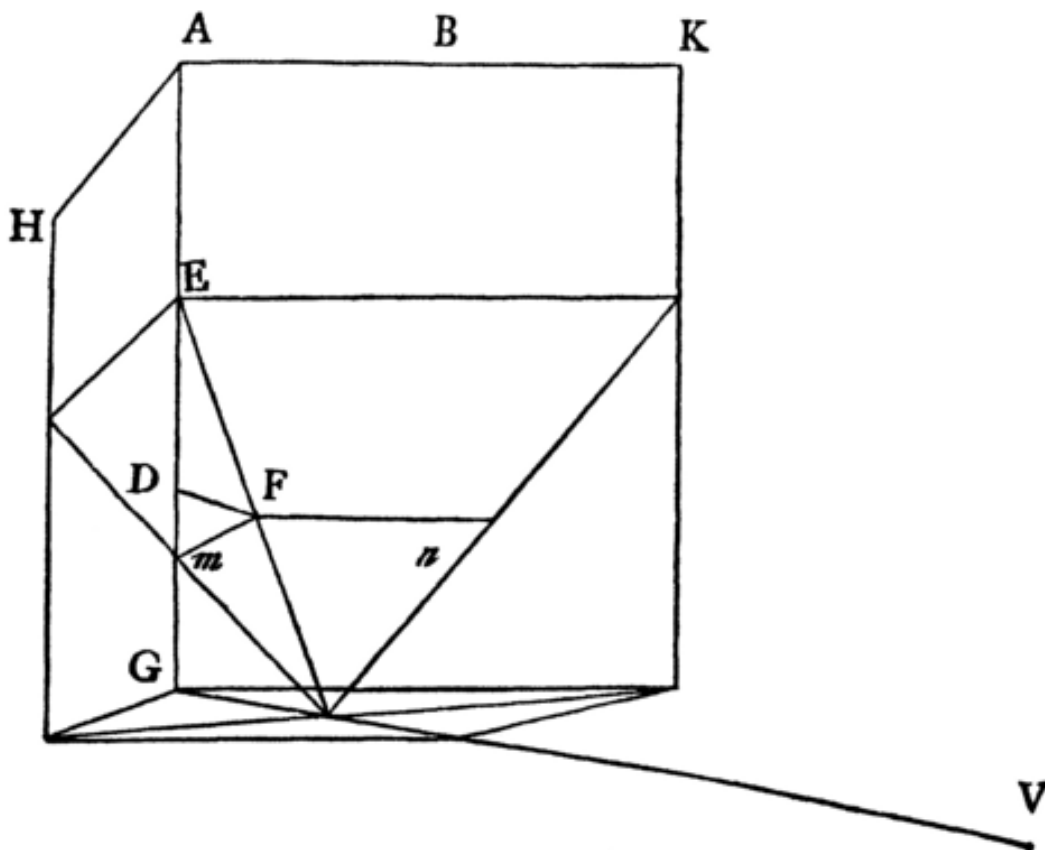


Рис. 59.  
Рис. 60.

На [рис. 59.](#), если мы соединим A D и Dc, A Dc будет вертикальным профилем всей пирамиды, а B Dc - полупирамиды, что соответствует F Gb на [рис. 57.](#)



Пусть  $AH$ , [рис. 60.](#), представляет собой вертикальный профиль капителя колонны,  $AB$  - полудиаметр ее головки или абака, а  $FD$  - полудиаметр ее стержня.

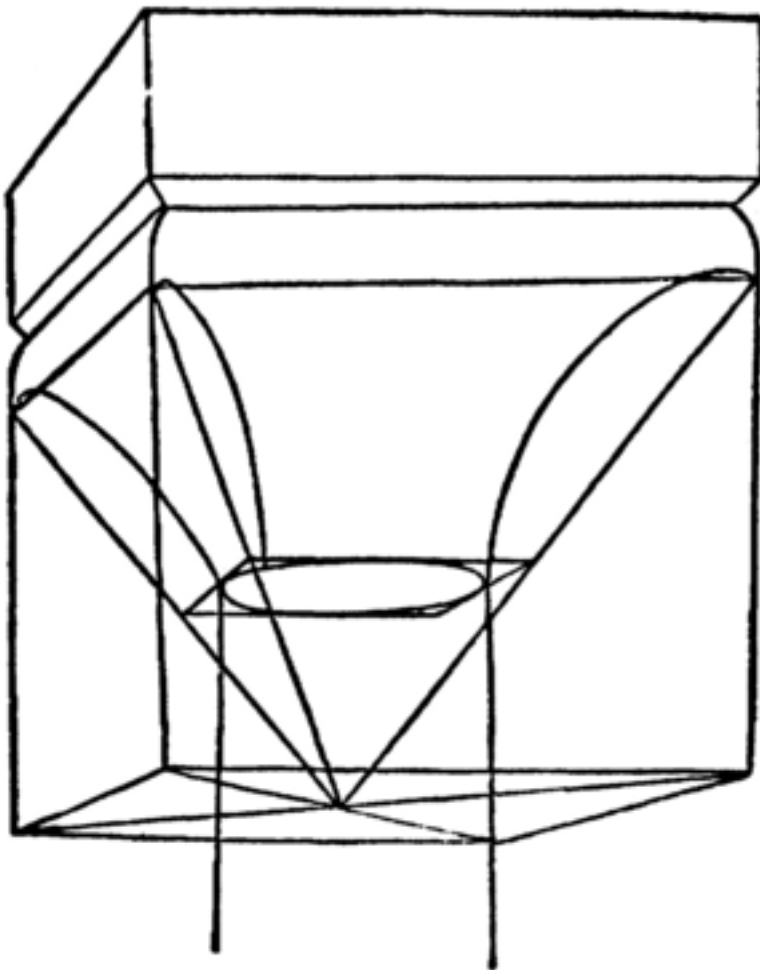
Пусть стержень будет круглым, а счеты квадратными, вплоть до уровня E.

Соедините B D, E F и произведите так, чтобы они встретились в G.

Следовательно, Eс G - это полупроф перевернутой пирамиды, содержащий заглавную букву.

Постройте эту пирамиду с квадратом счетов в требуемой перспективе, как показано на [рис. 61.](#); сделав A E равным A E на [рис. 60.](#), а A K, сторону квадрата, равной удвоенному A B на [рис. 60.](#) Пусть Eг равно Cг, а Ed равно C D. Проведите Df до точки схода диагонали Dv (рисунок слишком мал, чтобы включить эту точку схода), а F - уровень точки F на [рис. 60.](#), на боковой стороне пирамиды.

Нарисуйте Fm, Fnv в точках схода A H и A K. Тогда Fn и F m - горизонтальные линии, пересекающие пирамиду на уровне F, образуя на этом уровне две стороны квадрата.



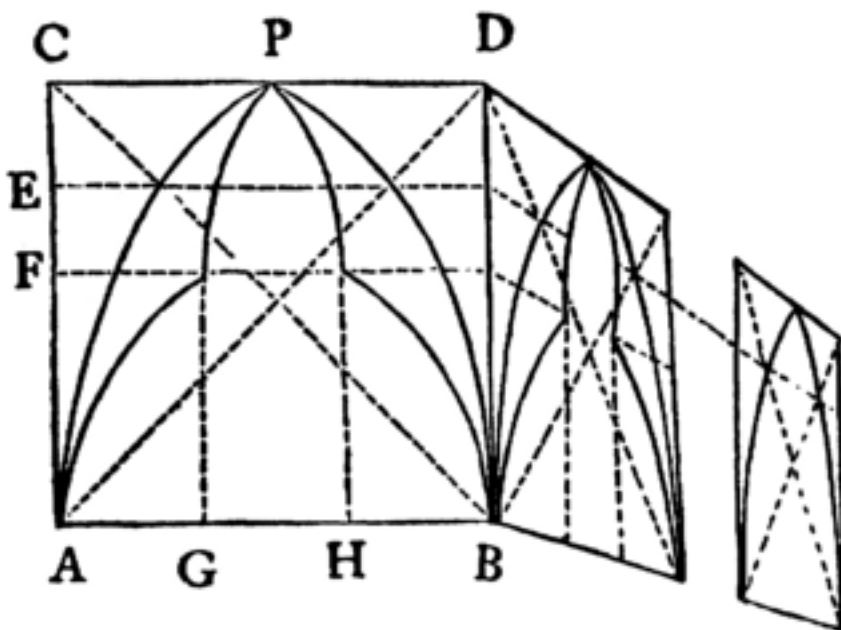
**Рис. 62.**

Завершите квадрат и внутри него впишите круг, как показано на рис. 62., который не начертан буквами, чтобы была понятна его конструкция. На концах этого элемента нарисуйте вертикальные линии, которые будут сторонами стержня в нужном месте. Окажется, что он несколько меньше по диаметру, чем весь стержень на [рис. 60.](#), потому что в центре квадрата он

находится дальше, чем ближайший край квадратных счетов. Затем изгибы заглавной буквы можно приблизительно нарисовать на глаз. Они не совсем точны на [рис. 62.](#), поскольку в их соединении с древком есть тонкость, которую невозможно показать в таком малом масштабе, не сбивая с толку изучающего; кривая слева начинается из точки, расположенной немного дальше по окружности позади древка, а кривая справа - из точки на этой стороне круга, расположенной немного дальше по краю древка. Но для их более точного построения см. [Примечания к задаче XIV.](#)

## ПРОБЛЕМА XI.

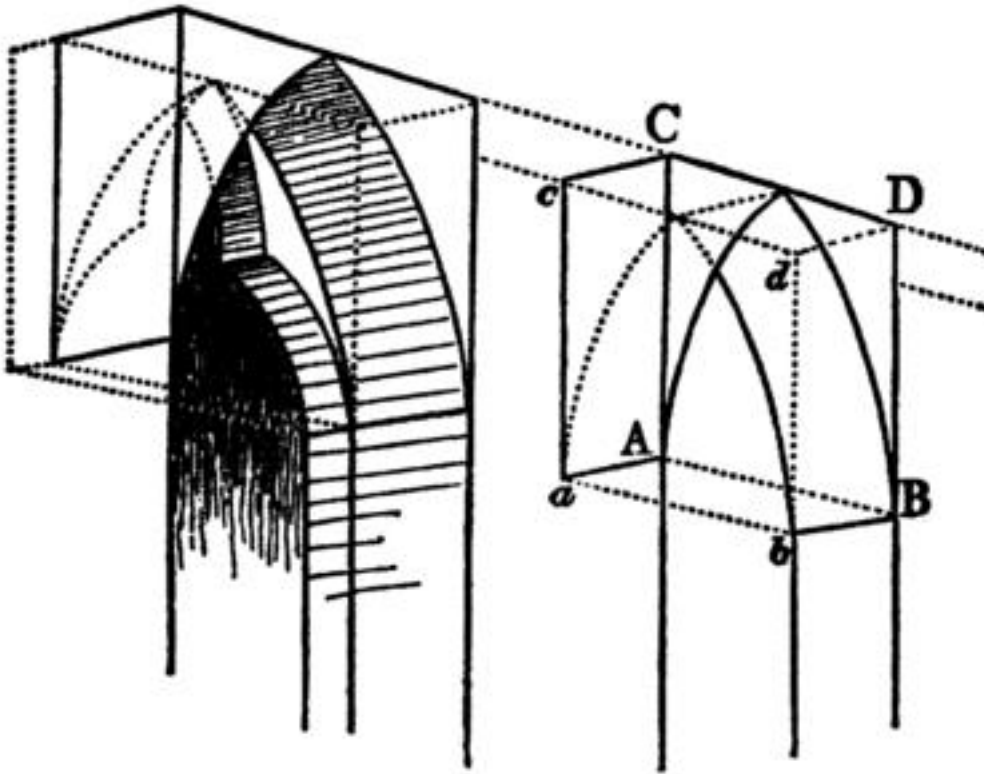
Редко бывает так, что какую-либо сложную кривую, за исключением иногда спирали, нужно рисовать в перспективе; но ученику будет полезно некоторое время попрактиковаться в любых фантастических формах, которые он может найти нарисованными на плоских поверхностях, таких как обои, ковры и т.д., Чтобы привыкнуть к странным и значительным изменениям, которые вызывает в них перспектива.



**Рис. 63.**

Изгибы, наиболее требуемые в архитектурном чертеже после окружности, - это изгибы остроконечных арок; в которых, однако, все, что обычно требуется, - это зафиксировать вершину и две точки по бокам. Таким образом, если нам нужно нарисовать ряд остроконечных арок, таких как А Р В, [рис. 63.](#), сначала аккуратно нарисуйте измеренную арку до ее видимой величины в виде прямоугольника, А В С D; затем нарисуйте диагонали А D и В С; там, где они пересекают кривую, проведите горизонтальную линию (как на уровне Е на рисунке) и проведите ее вдоль диапазона до точки схода, фиксируя точки, где арки пересекают свои диагонали по всей длине. Если арка изогнута, следует провести линию в точке F, чтобы отметить высоту выступов, и вертикали, поднятые в точках G и H, чтобы определить интервал между ними. Любые другие пункты могут быть определены аналогичным образом, но обычно этого будет

достаточно. [Рисунок 63](#). показана перспективная конструкция квадратной ниши в стиле хорошей веронезской готики с незакрепленной аркой аналогичного размера и изгиба за ее пределами.



**Рис. 64.**

На [рис. 64](#). буквами обозначена только более дальняя арка, поскольку конструкция ближайшей более ясно видна глазу без букв. Более удаленная арка показывает общую конструкцию всех арок, видимых внизу, например, мостов, нефов соборов и т.д. Сначала рисуется прямоугольник A B C D, содержащий внешнюю арку; затем глубина арки, A a, определяется с помощью измерительной линии, а прямоугольник, a b c d, рисуется для внутренней арки.

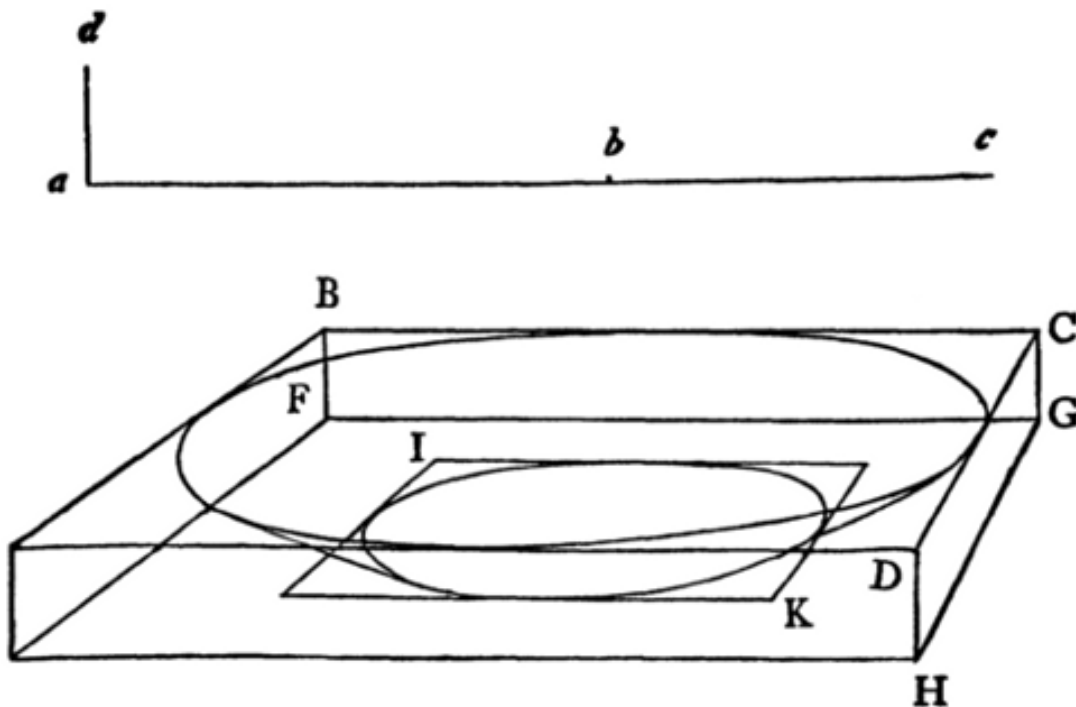
Aa, Bb и т.д. Идут к одной точке схода; A B, a b и т.д. - к противоположной.

В ближней арке нарисован еще один узкий прямоугольник, определяющий острие. Части, которые на самом деле будут видны, слегка заштрихованы.

## ПРОБЛЕМА XIV.

Для решения этой важной проблемы потребуется несколько упражнений.

I. Требуется нарисовать круглое блюдо с плоским дном, более узкое снизу, чем сверху; при этом указывается глубина по вертикали и диаметр сверху и снизу.



**Рис. 65.**

Пусть  $a$ ,  $b$ , рис. 65., - диаметр дна, а  $c$  - диаметр верха, а  $d$  - глубина по вертикали.

Возьмем точку  $D$  в положении, равном точке  $c$ .

На  $AD$  нарисуйте квадрат  $ABCD$  и впишите в него круг.

Следовательно, вписанный таким образом круг имеет диаметр верхней части блюда.

От  $A$  и  $D$  пусть падают вертикали  $AE$ ,  $DH$ , каждая из которых равна  $d$ .

Соедините  $Eh$  и опишите квадрат  $EFGH$ , который, соответственно, будет равен квадрату  $ABCD$  и находится на глубине  $d$  под ним.

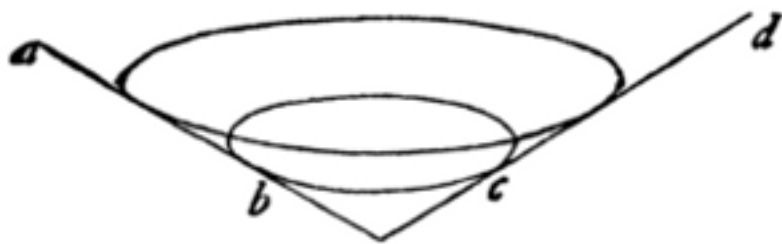
Внутри квадрата  $EFGH$  опишите квадрат  $IK$ , диаметр которого должен быть равен  $a$ .

Опишите круг внутри квадрата  $IK$ . Следовательно, вписанный таким образом круг имеет диаметр, равный  $a$ ; и он находится в центре квадрата  $EFGH$ , который находится вертикально под квадратом  $ABCD$ .

Следовательно, круг в квадрате  $IK$  обозначает дно блюда.

Теперь два нарисованных таким образом круга либо пересекутся друг с другом, либо нет.

Если они пересекаются друг с другом, как показано на рисунке, и находятся ниже глаза, то в них видна часть дна блюда.



**Рис. 66.**

Чтобы избежать путаницы, возьмем две пересекающиеся окружности без входящих в них квадратов, как показано на [рис. 66](#).

Нарисуйте прямые линии, а b, с d, касаясь обоих кругов снаружи. Затем части этих линий, которые соединяют круги, представляют собой стенки блюда. Они нарисованы на [рис. 65](#). без каких-либо продолжений, но лучше всего их построить так, как показано на [рис. 66](#).

Если круги не пересекаются друг с другом, меньший должен либо находиться внутри большего, либо не входить в него.

Если внутри больше, то сверху видно все дно блюда, [рис. 67. а](#).



**Рис. 67.**

Если меньший круг не находится внутри большего, внутри блюда не видно дна, b.

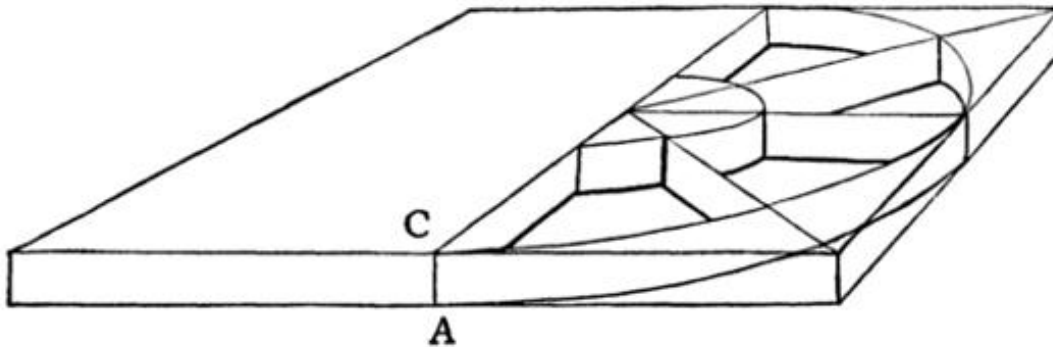
Если круги расположены над, а не под глазком, то под ними видно дно тарелки, с.

Если один круг расположен над, а другой под глазком, ни дна, ни верха тарелки не видно, d. Если объект не очень большой, круги в этом случае будут иметь небольшую видимую кривизну.

II. Предыдущая задача проста, поскольку линии профиля объекта (а b и с d, [рис. 66.](#)) прямые. Но если эти линии профиля изогнуты, проблема становится намного сложнее: однако, будучи освоенной, она не оставляет дальнейших трудностей в перспективе.

Пусть потребуется нарисовать плоскую круглую чашку или вазу с заданным изгибом профиля.

Основа построения приведена на [рис. 68.](#), причем нарисована только половина его, чтобы глаз мог легко схватывать его линии.



**Рис. 68.**

Сначала рисуются два квадрата (требуемого размера), один над другим, с заданным интервалом по вертикали, обозначаемым буквой С, между ними, и каждый делится на восемь частей по диаметрам и диагоналям. На этих квадратах нарисованы два круга, которые, следовательно, имеют одинаковый размер и расположены один над другим. Два меньших круга, также равного размера, нарисованы внутри этих больших кругов при построении настоящей задачи; в некоторых случаях может потребоваться больше, в других - вообще ничего.

Можно видеть, что отрезанные между окружностями части диагоналей и диаметров квадратов представляют собой расходящиеся плоскости, занимающие положение спиц колеса.

Теперь пусть линия А Е В, [рис. 69.](#), будет профилем рисуемой вазы или чашки.

Заклучите его в прямоугольник С D, и если какая-либо его часть не изогнута, как А Е, отрежьте изогнутую часть вертикальной линией Еf, чтобы включить ее в меньший прямоугольник F D.

Нарисуйте прямоугольник А С В D на нужном месте и на нем постройте два квадрата, как они построены на прямоугольнике А С D на [рис. 68.](#); и завершите построение [рис. 68.](#), сделав радиус его больших внешних окружностей равным А D, а маленьких внутренних окружностей - А Е.

Тогда каждая из плоскостей, занимающих положение спиц колеса, будет представлять собой прямоугольник размером F D. Конструкция показана пунктирными линиями на [рис. 69.](#); с является центром самого верхнего круга.

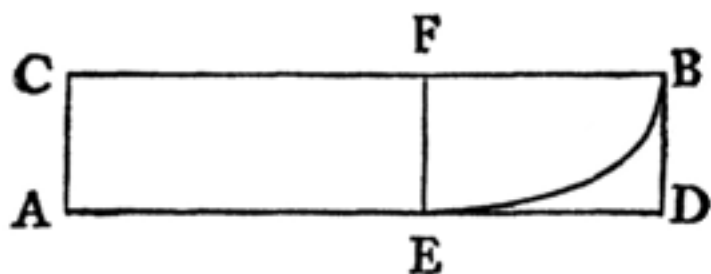
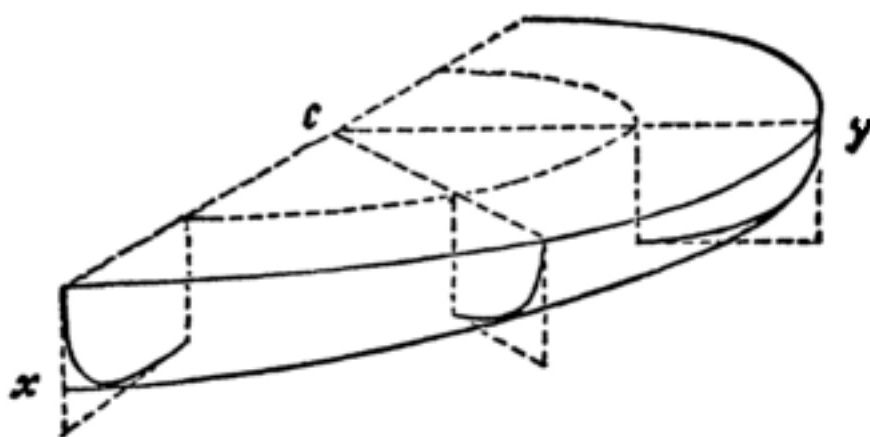


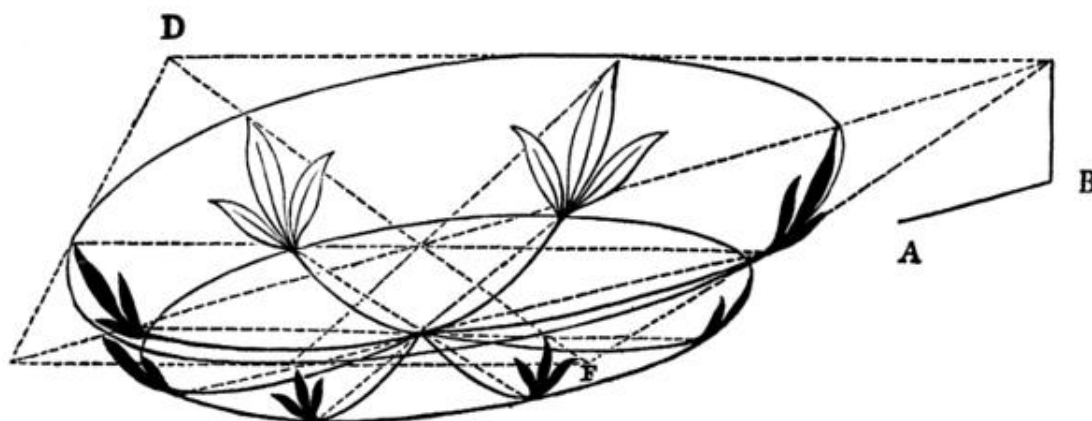
Рис. 69.

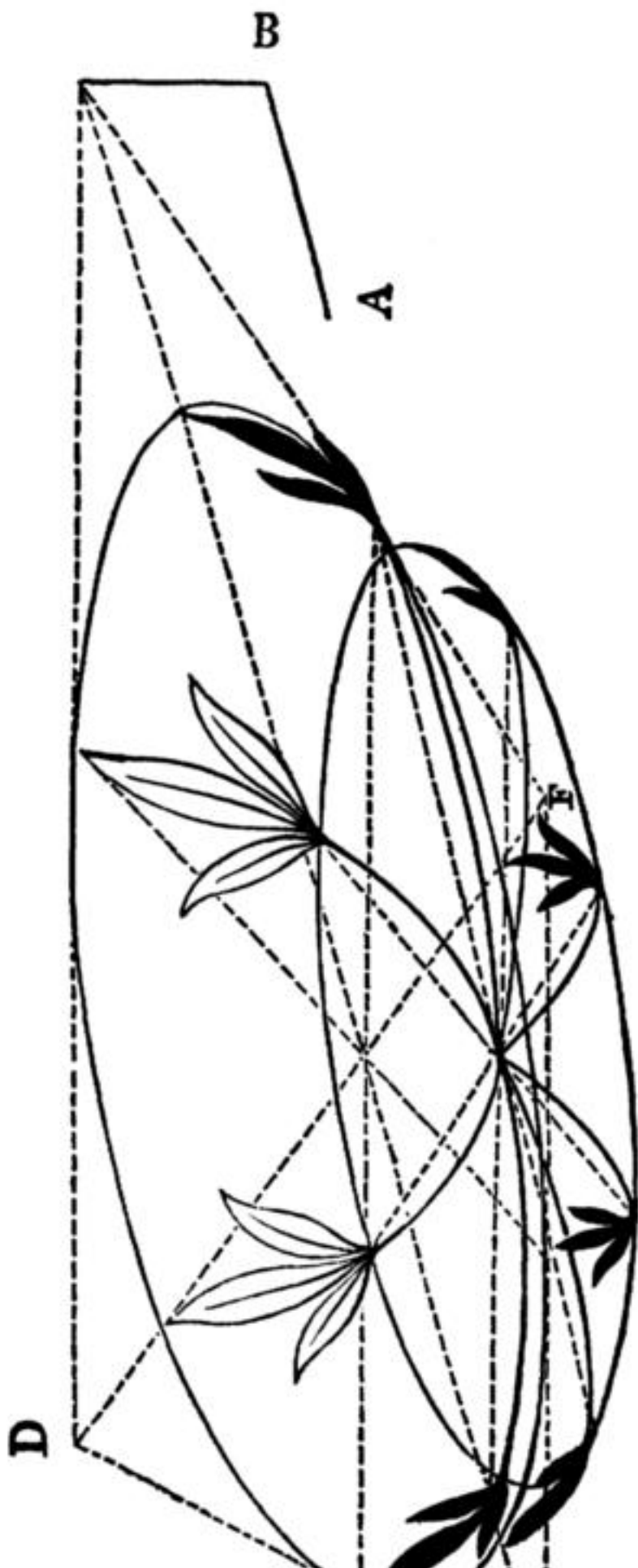
Внутри каждого из меньших прямоугольников между окружностями нарисуйте кривую Еб в перспективе, как показано на [рис. 69](#).

Нарисуйте кривую  $y$ , касаясь и заключая кривые в прямоугольники и пересекаясь с верхним кругом в точке  $y$ .[\[Сноска 32\]](#)

Тогда  $x$   $y$  - это контур поверхности чашки, а верхний круг - ее кромка.

Если линия  $xy$  длинная, может потребоваться нарисовать другие прямоугольники между восемью основными; и, если кривая профиля  $Ab$  сложная или искаженная, может быть несколько линий, соответствующих  $xy$ , охватывающих последовательные волны профиля; и тогда внешняя кривая будет волнистой или ломаной.

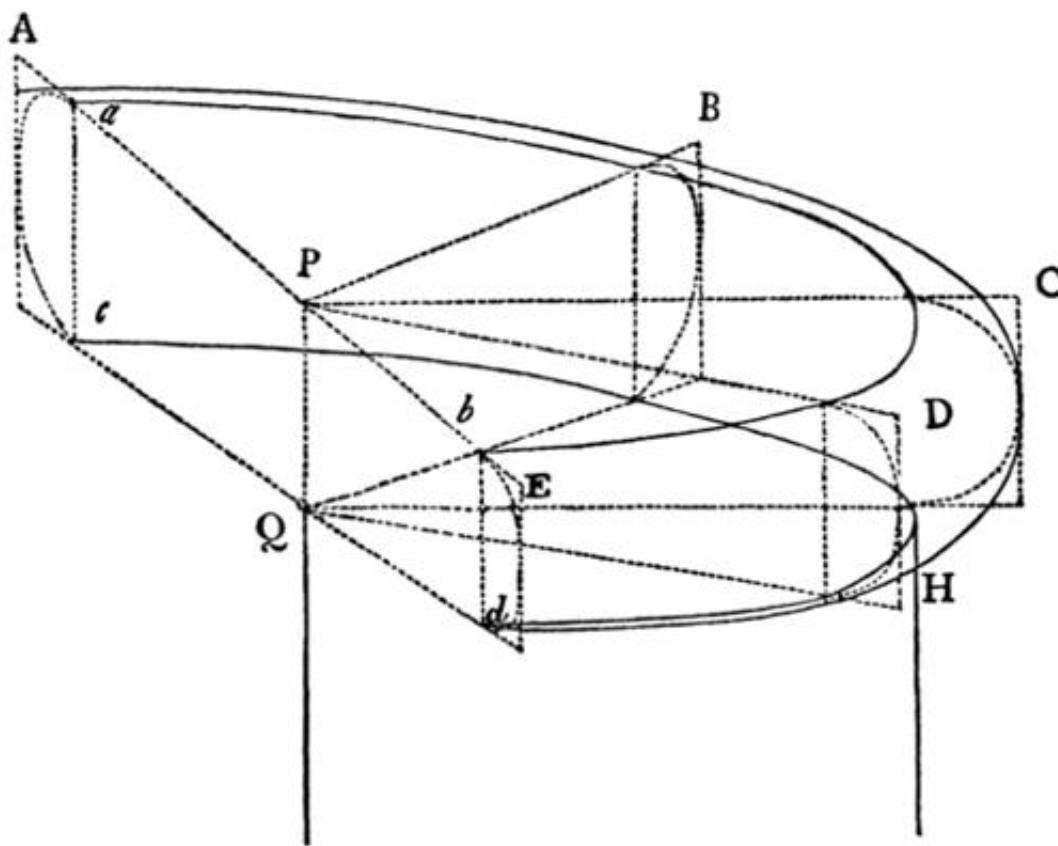




**Рис. 70.**

III. Все разветвленные орнаменты, формы цветов, капители колонн, машикулы круглых башен и другие подобные расположения расходящихся кривых разрешимы с помощью этой задачи, используя большее или меньшее количество внутренних окружностей в зависимости от условий кривых. Рис. 70. представляет собой пример конструкции круглой группы из восьми трилистников с изогнутыми стеблями. Один внешний или ограничивающий круг нарисован внутри квадрата E D C F, и концы трилистников соприкасаются с ним на концах его диагоналей и диаметров. Меньший круг находится на расстоянии Bc от большего по вертикали, а A - угол квадрата, внутри которого нарисован меньший круг; но квадрат не указан, чтобы избежать путаницы. Стебли трилистников образуют поникающие кривые, расположенные по диагоналям и диаметрам меньшего круга, которые обозначены пунктиром. Но никакие законы перспективы не справятся с работой такого сложного рода так хорошо, как рука и глаз художника.

IV. Однако есть одна распространенная конструкция, в которой, как ни странно, рука и глаз художника почти всегда подводят, и это скругление любой обычной капители или основания круглой колонны (или любой подобной формы). На практике редко возникает необходимость рисовать такие незначительные детали в перспективе; тем не менее, следует понимать законы перспективы, которые их регулируют, иначе глаз не сможет правильно видеть их контуры, пока не достигнет очень высокого уровня развития.



**Рис. 71.**

На рис. 71. закон показан с достаточной четкостью; он представляет собой перспективную конструкцию скругления, профиль которого представляет собой полукруг, такой как Fh нарис.

60., видимый над глазом. Прорисовывается только половина столбика с половиной скругления, чтобы избежать путаницы.

Q - центр вала.

P Q толщина скругления, видимая величина в центре стержня.

Вокруг P по диаметру стержня рисуется горизонтальный полукруг a b.

Вокруг Q нарисован другой горизонтальный полукруг диаметром c d.

Эти два полукруга - верхний и нижний края филя.

Затем рисуются диагонали и диаметры, как на [рис. 68.](#), а на их концах - полукруги в перспективе, как на [рис. 69.](#)

Буквы A, B, C, D и E обозначают верхний и внешний углы прямоугольников, в которых должны быть нарисованы эти полукруги; но внутренняя вертикальная линия не обозначена пунктиром в прямоугольнике в точке C, поскольку она могла бы перепутаться с другими линиями.

Тогда видимым контуром скругления является линия, которая охватывает и касается [\[Сноска 33\]](#) всех полукругов. Он исчезает за стержнем в точке H, но я провел его до противоположного конца диаметра в точке d.

На перевернутом рисунке показана конструкция базового филя.

Для упражнения в этой четырнадцатой задаче следует часто рисовать капитель греческой дорической колонны, изгиб которой чрезвычайно тонкий, в то время как общий контур прост.

[Примечание 32: Эта точка совпадает на рисунке с концом горизонтального диаметра, но только случайно.] [Вернуться к тексту](#)

[Примечание 33: Гравировка немного неточна; заключающая линия должна касаться пунктирных полукругов в точках A и B. Ученик должен нарисовать его в крупном масштабе.] [Вернуться к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА XVI.

Часто можно значительно сократить другие операции с перспективой, найдя точки схода наклонных линий объекта. Таким образом, при рисовании двускатной крыши на [рис. 43](#), если фронтон A Y C нарисован в перспективе и определена точка схода A Y, нет необходимости рисовать две стороны прямоугольника, A 'D' и D' B', чтобы определить точку Y'; а просто нарисовать Y Y' до точки схода A A' и A'Y' до точки схода A Y, пересекающейся в Y', требуемой точке.

Опять же, если имеется ряд фронтонов или других фигур, образованных параллельными наклонными линиями и уходящими к точке V, как на [рис. 72.](#), [\[Сноска 34\]](#) нет необходимости рисовать каждый из них отдельно, а просто определить их ширину на линии A V и нарисовать наклоны каждого из них до их точек схода, как показано на [рис. 72.](#) Или, если фронтоны равны

по высоте и проведена линия от  $Y$  до  $V$ , конструкция превращается в зигзаг, проведенный попеременно к  $P$  и  $Q$ , между линиями  $Y$ ,  $V$  и  $AV$ .

При поиске точек схода наклонных линий ученик должен быть очень осторожен и обращать внимание на их отношение к горизонталям под ними, иначе он может легко ошибиться с горизонталью, к которой они принадлежат.

Таким образом, пусть  $ABCD$ , [рис. 73.](#), представляет собой прямоугольную наклонную плоскость, и пусть требуется найти точку схода ее диагонали  $BD$ .

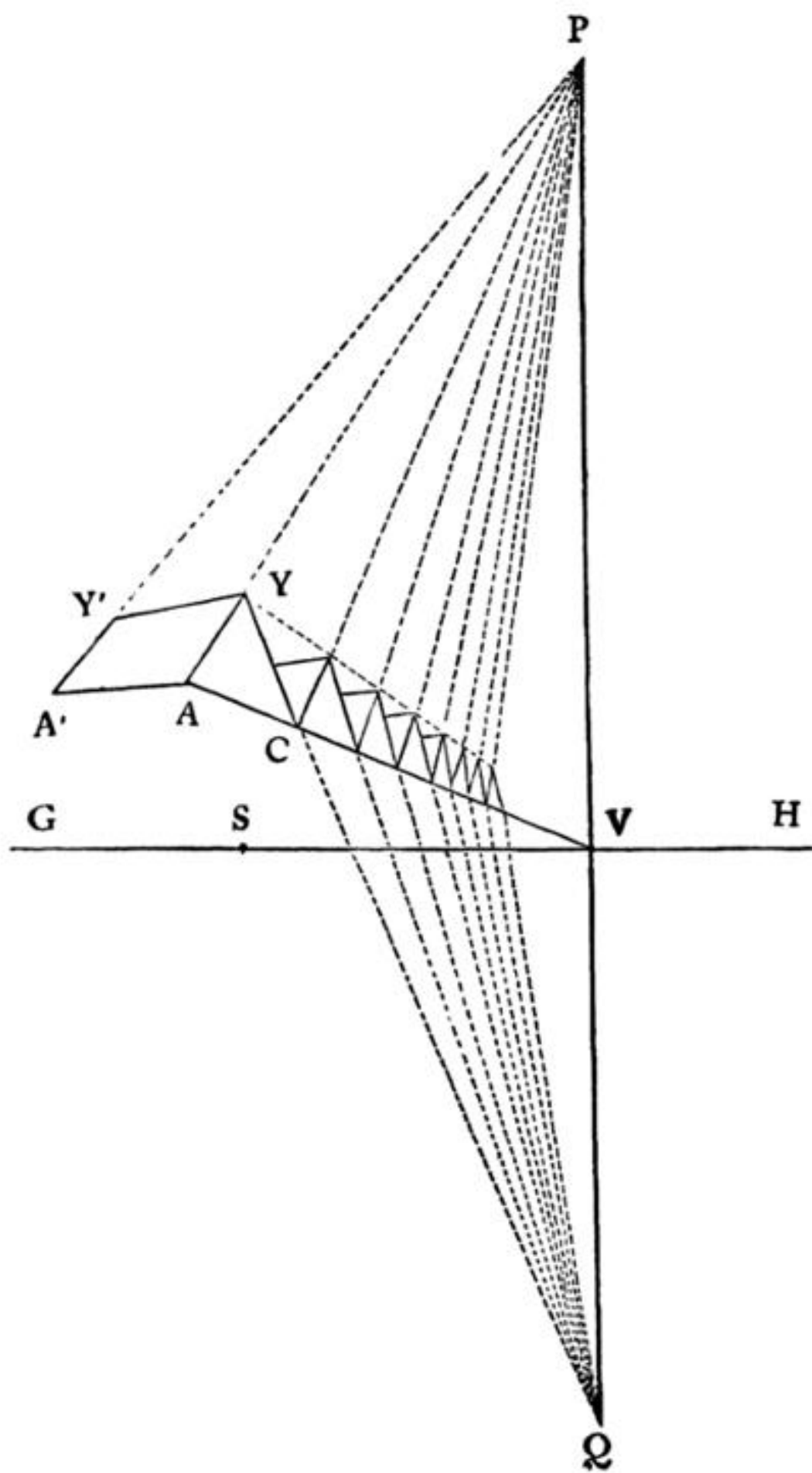
Найдите  $V$ , точку схода  $AD$  и  $BC$ .

Нарисуйте  $AE$  в противоположной точке схода, чтобы  $DAE$  представляло прямой угол.

Отпустите от  $B$  вертикальную  $BE$ , разрезав  $AE$  на  $E$ .

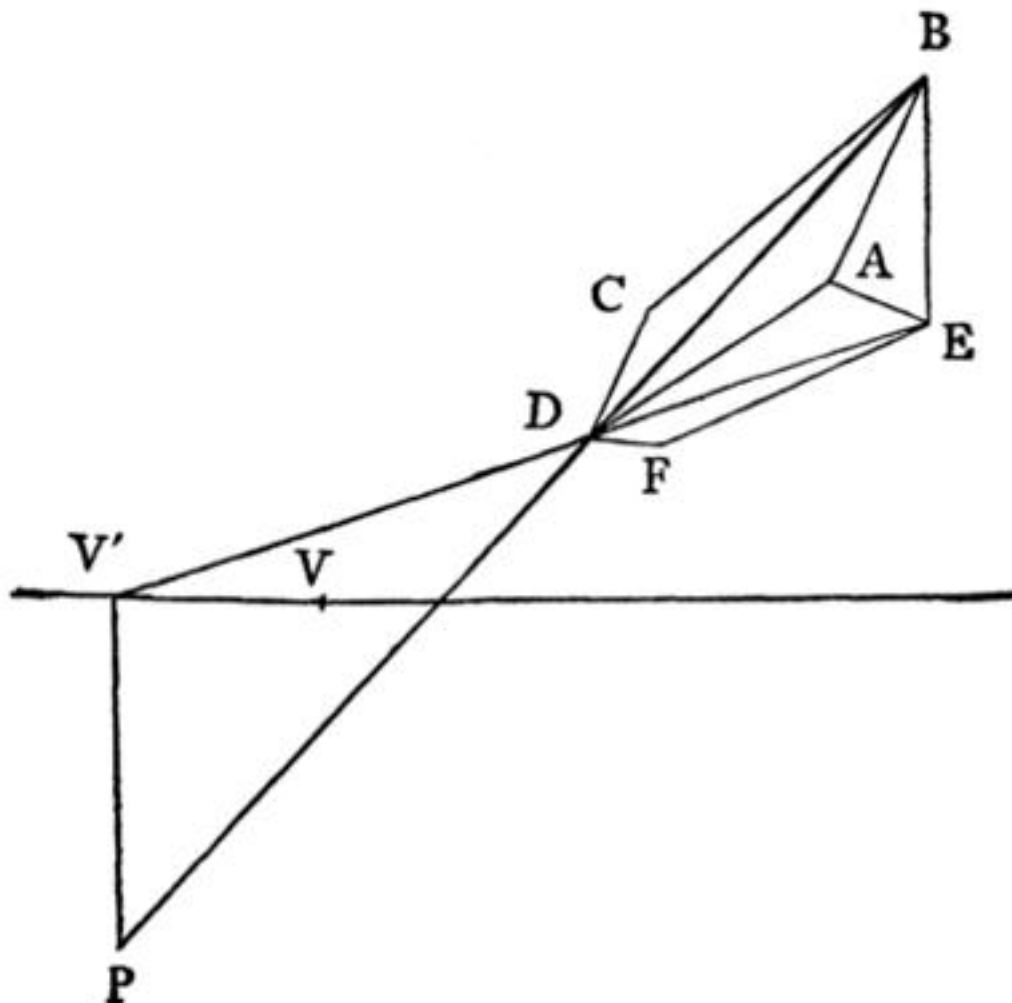
Соедините  $ED$  и сделайте так, чтобы линия визирования пересекалась в  $V'$ .





**Рис. 72.**

Тогда, поскольку точка E находится вертикально под точкой B, горизонтальная линия Ed находится вертикально под наклонной линией B D.



**Рис. 73.**

Так что, если мы теперь отложим вертикаль V' P от V' и произведем Bd, чтобы разрезать V' P на P, точка P будет точкой схода Bd и всех параллельных ей прямых.[\[Сноска 35\]](#)

[Сноска 34: Диаграмма вырезана неточно. Y V должна быть прямой линией.] [Вернуться к тексту](#)

[Сноска 35: Студент, возможно, сможет лучше понять эту конструкцию, завершив прямоугольник A D F E, проведя Df до точки схода A E, а Ef до V. Тогда вся фигура Vf может быть представлена как половина двускатной крыши дома, Af - прямоугольник его основания, а Ac - прямоугольник его наклонной стороны.

Почти во всех живописных зданиях, особенно на Континенте, наклоны фронтонов сильно различаются (часто неодинаковы с двух сторон), и точки схода их наклонных линий становятся очень важными, если требуется точность в пересечении плитки, сторон мансардных окон и т.д.

Очевидно также, что неправильные треугольники и многоугольники в вертикальных плоскостях могут быть легче построены путем нахождения точек схода их сторон, чем с помощью конструкции, приведенной [вследствии к задаче IX.](#); и если внутри таких треугольников или многоугольников концентрически вписаны другие, как это часто бывает в византийских мозаиках и т.д., использование точек схода станет необходимым.][Вернуться к тексту](#)

## ПРОБЛЕМА XVIII.

Перед рассмотрением последних трех задач необходимо, чтобы вы точно поняли, что подразумевается под положением наклонной плоскости.

Отрежьте кусок плотного белого картона любой неправильной формы и обмакните его в наклонном положении в воду. Как бы вы его ни держали, кромка воды, конечно, всегда будет проводить горизонтальную линию по своей поверхности. Направление этой горизонтальной линии соответствует направлению наклонной плоскости. (В пластах горных пород геологи называют это своим “ударом”.)

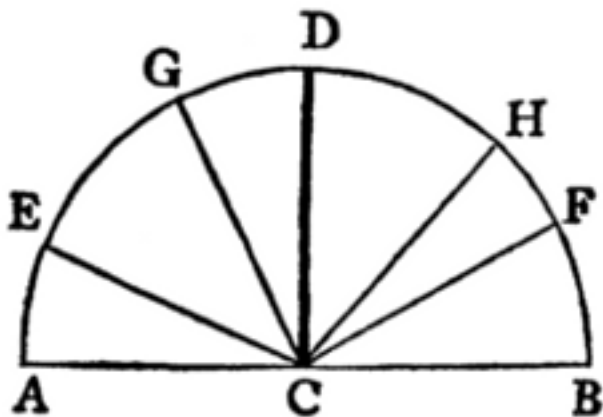


Рис. 74.

Затем нарисуйте на куске картона полукруг; нарисуйте его диаметр, А В,[рис. 74.](#), и вертикальную линию от его центра, С D; и нарисуйте несколько других линий, С Е, С F и т.д., От центра к любым точкам на окружности.

Теперь снова окуните кусок картона в воду и, держа его под любым углом и в любом направлении, которое вы выберете, доведите поверхность воды до линии А В. Тогда линия Сd будет иметь самый крутой наклон из всех линий, проведенных по окружности круга; Gc и Hc будут менее крутыми; а Ec и Fc еще менее крутыми. Чем ближе линии к С D, тем круче они будут; и чем ближе к А В, тем ближе к горизонтали.

Следовательно, когда линия Аb горизонтальна (или отмечает поверхность воды), ее направлением является направление наклонной плоскости, а наклон линии Dc является наклоном наклонной плоскости. В пластах горных пород геологи называют наклон линии Dc своим “провалом”.

Следовательно, для определения положения наклонной плоскости необходимо определить направление любых двух линий в плоскости,  $AB$  и  $CD$ , из которых одна должна быть горизонтальной, а другая - перпендикулярной к ней. Тогда любые линии, проведенные в наклонной плоскости, параллельной  $AB$ , будут горизонтальными; а линии, проведенные параллельно  $CD$ , будут такими же крутыми, как  $CD$ , и упоминаются в тексте как “самые крутые линии” на плоскости.

Но далее, каким бы ни было направление плоскости, если ее растянуть до бесконечности, она будет ограничиваться для глаза наблюдателя линией границы, которая в горизонтальной плоскости является горизонтальной (почти совпадающей с видимым горизонтом); — в вертикальной плоскости является вертикальной; — и в наклонной плоскости является наклонной.

Эту линию в каждом конкретном случае правильно называть “линией обзора” такой плоскости; но “горизонтом” ее правильно называть только в случае горизонтальной плоскости: и я предпочитал всегда использовать термин “линия обзора” не только потому, что он более полный, но и более точный; ибо, хотя кривизна земной поверхности настолько мала, что практически ее видимый предел всегда совпадает с линией обзора горизонтальной плоскости, математически она с ней не совпадает, и две линии не следует рассматривать как теоретически идентичные, хотя на практике они таковы.

Очевидно, что все точки схода прямых в любой плоскости должны быть найдены на ее линии визирования, и, следовательно, что линия визирования любой плоскости может быть найдена путем соединения любых двух таких точек схода. Отсюда и построение [задачи XVIII](#).

## II.

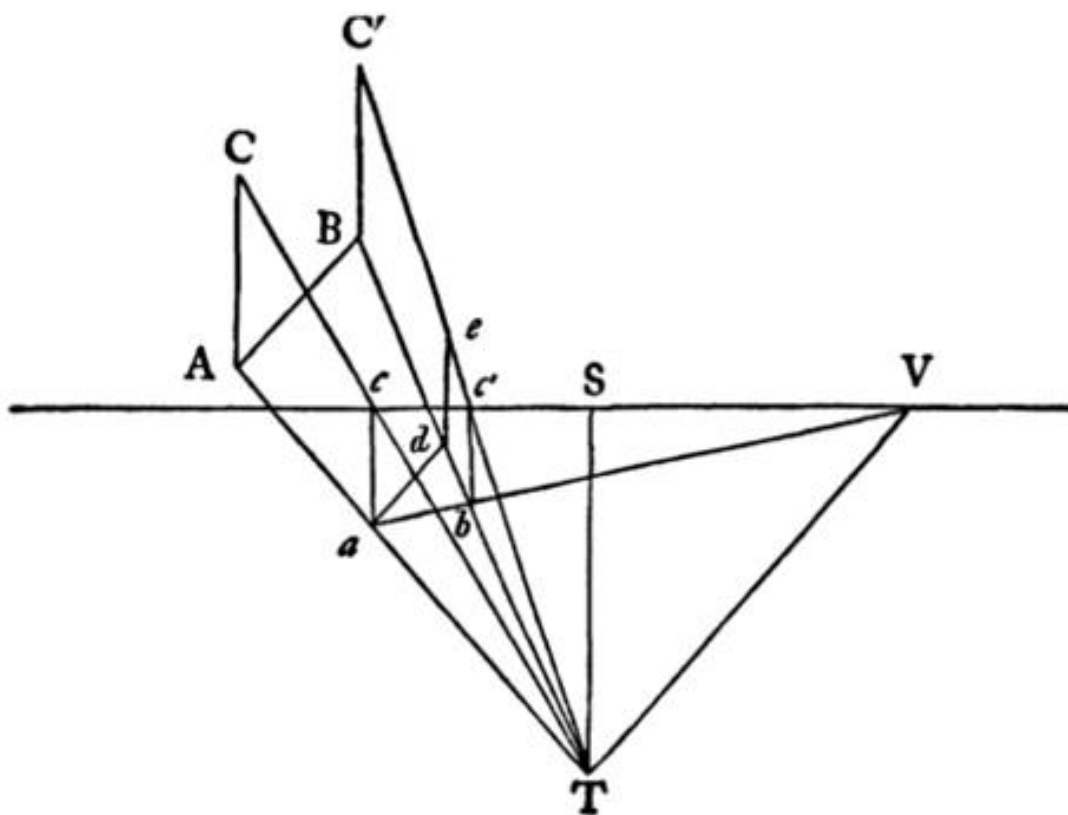
### ДЕМОНСТРАЦИИ, КОТОРЫЕ НЕУДОБНО БЫЛО БЫ ВКЛЮЧИТЬ В ТЕКСТ.

---

Я.

#### ВТОРОЕ СЛЕДСТВИЕ, ЗАДАЧА II.

На [рис. 8](#). опустите линии  $CD$ ,  $C'D'$  и  $Ds$ ; и, как здесь на [рис. 75.](#), от  $a$  проведите  $a'd$  параллельно  $AB$ , вырезав  $BT$  в  $d$ ; и от  $d$  проведите  $de$  параллельно  $BC'$ .



**Рис. 75.**

Теперь, поскольку  $a d$  параллельна  $A B$ —

$$A C : a c :: B C' : d e; [\text{уравнение iii}]$$

но  $A C$  равно  $B C'$ —

$$\therefore a c = d e.$$

Теперь, поскольку треугольники  $a c V, b c' V$  похожи —

$$a c : b c' :: a V : b V; [\text{уравнение iv}],$$

и поскольку треугольники  $d e T, b c' T$  подобны—

$$d e : b c' :: d T : b T. [\text{уравнение v}]$$

Но  $a c$  равно  $d e$ —

$$\therefore a V : b V :: d T : b T [\text{уравнение vi}];$$

$\therefore$  два треугольника  $a b d, b T V$  похожи, а их углы чередуются;

$\therefore T v$  параллельно  $a d$ .

Но  $a d$  параллелен  $A B$ —

$\therefore T v$  параллельно  $A B$ .

## II.

### ТРЕТЬЕ СЛЕДСТВИЕ, ЗАДАЧА III.

На [рис. 13.](#), поскольку  $aR$  по конструкции параллелен  $AB$  на [рис. 12.](#), а  $Tv$  по конструкции в [задаче III.](#) также параллельно  $B$ —

$\therefore AP$  параллельна  $tv$ ,  
 $\therefore \triangle aR$  и  $\triangle tv$  — очередные треугольники,  
 $\therefore aR : tv :: b : bV$  [[eqn по VII в](#)].

Опять же, согласно конструкции [рис. 13.](#),  $aR'$  параллелен  $MV$ —

$\therefore \triangle aR'$  и  $\triangle MbV$  — чередующиеся треугольники,  
 $\therefore aR' : MV :: aR : bV$  [[eqn viii](#)].,,

И только что было показано, что также

$aR : tv :: b : bV$ —  
 $\therefore aR' : MV :: aR : tv$  [[eqn по ix](#)].

Но по конструкции,  $aR' = aR$ —

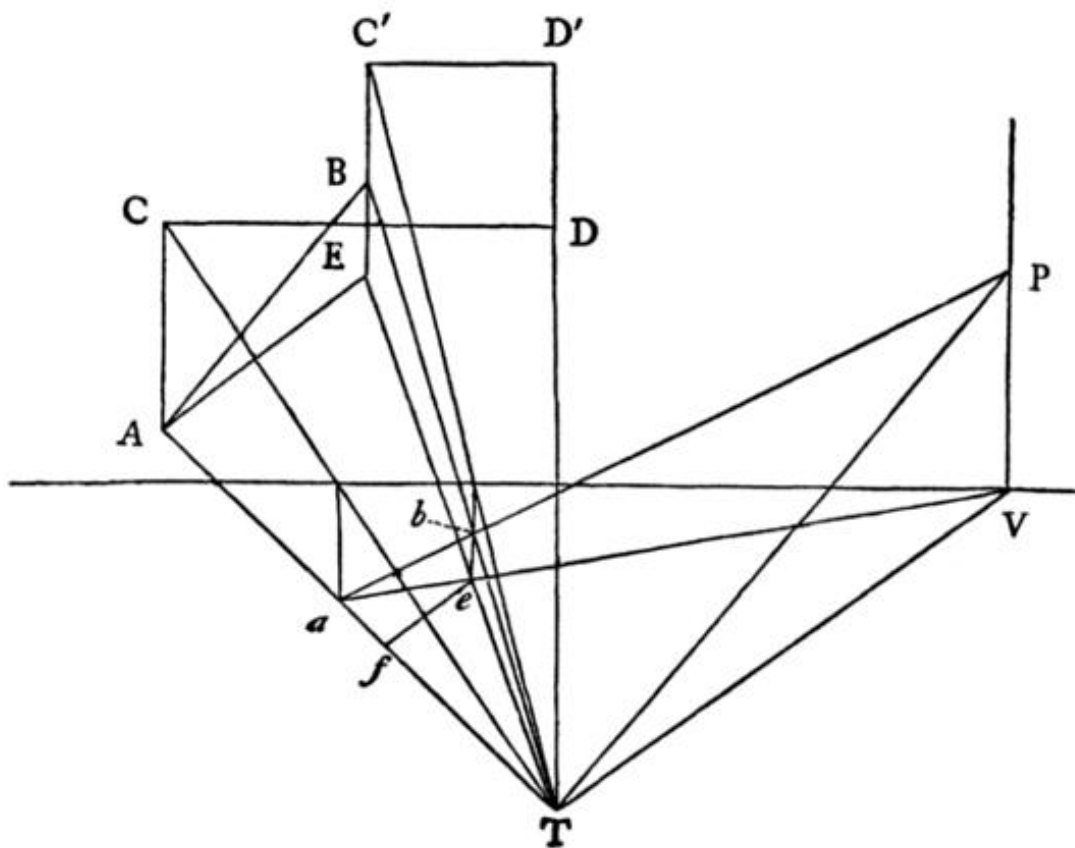
$\therefore MV = tv$ .

## III.

### АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ XV.

Мы переходим к рассмотрению общего условия второй задачи, ранее оставленной неисследованной, а именно к той, в которой расстояния по вертикали  $Bc'$  и  $Ac$  ([рис. 6. страница 13](#)), а также прямые расстояния  $Td$  и  $Td'$  неравны.

На [рис. 6.](#), который здесь повторяется ([рис. 76.](#)), уменьшите  $C'V$  и сделайте  $C'E$  равным  $CA$ .



**Рис. 76.**

Присоединяйся к Е .

Тогда, согласно второму **следствию** из **задачи II.**, АЕ - горизонтальная линия.

Нарисуйте  $TV$  параллельно  $AE$ , сократив линию визирования в  $V$ .

$\therefore V$  - точка схода  $A E$ .

Завершите построения **задачи II.** и его второе **Следствие.**

Затем к задаче II. а б - это линия АВ, проведенная в перспективе; и, согласно ее следствию а е - это линия АЕ, проведенная в перспективе.

От  $V$  возведите перпендикуляр  $V P$  и сделайте  $b$ , чтобы разрезать его на  $P$ .

Соедините Т Р и от е проведите е f параллельно А Е, вырезав Т в f.

Теперь в треугольниках  $EBT$  и  $AET$ , поскольку  $ET$  параллелен  $AB$  и  $ET \perp AC$ ; —  $EB : EA :: ET : AT$ .  
 $EB : EA :: ET : AT$  [уравнение x].

Но  $Tv$  также параллелен  $AE$ , а  $Pv$  - е  $b$ .

Следовательно, также в треугольниках  $a P V$  и  $a V T$ ,

$$e b : e f :: P V : V T[\text{уравнение } x_i].$$

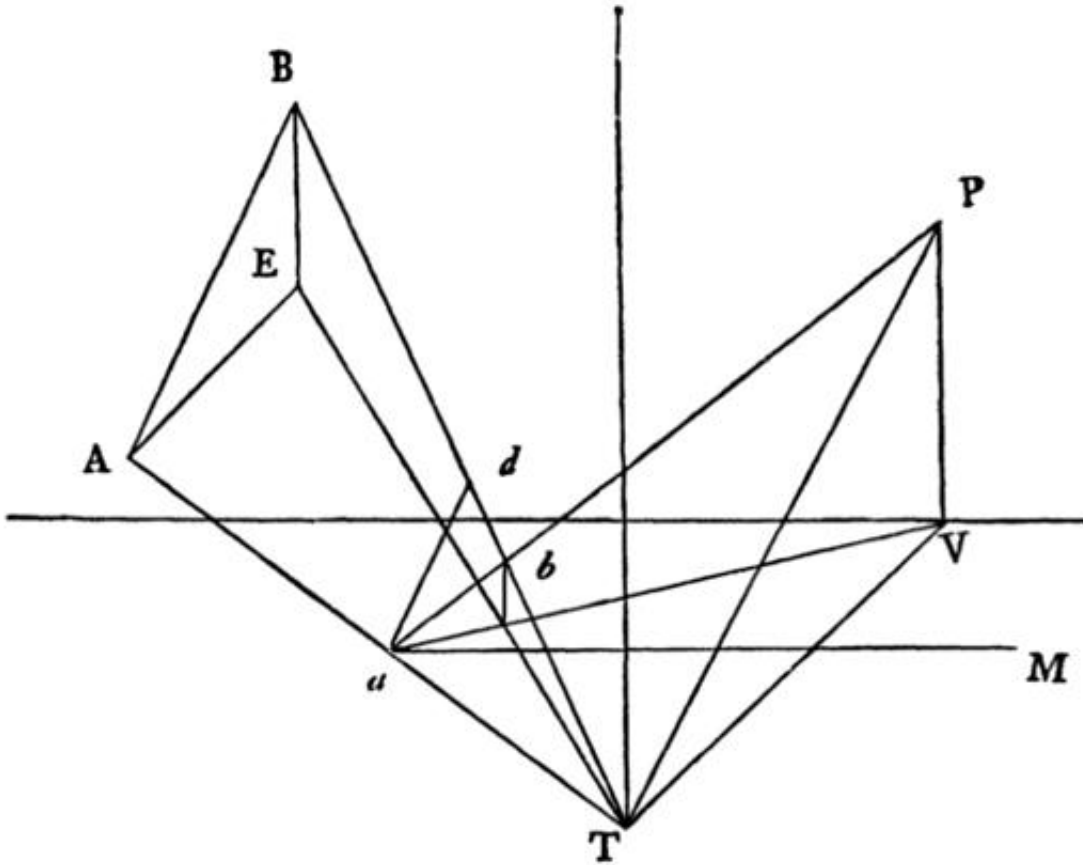
Следовательно  $P V : V T :: E B : A E$  [уравнение xii].

И, по конструкции, угол  $\text{Tr } V = \angle A E B$ .

Следовательно, треугольники  $TVR$ ,  $AEB$  подобны; и  $TR$  параллелен  $AB$ .

Теперь конструкция в этой задаче является полностью общей для любой наклонной прямой  $Ab$  и горизонтальной прямой  $Ae$  в одной вертикальной плоскости с ней.

Так что, если мы найдем точку схода  $A E$  в  $V$ , и из  $V$  возведем вертикальный  $Vp$ , а из  $T$  проведем  $Tr$  параллельно  $A B$ , разрезав  $Vp$  на  $P$ ,  $P$  будет точкой схода  $A B$  и (тем же доказательством, что приведено на [стр. 17](#)) всех параллельных ему прямых.



**Рис. 77.**

Далее, чтобы найти точку разделения наклонной линии.

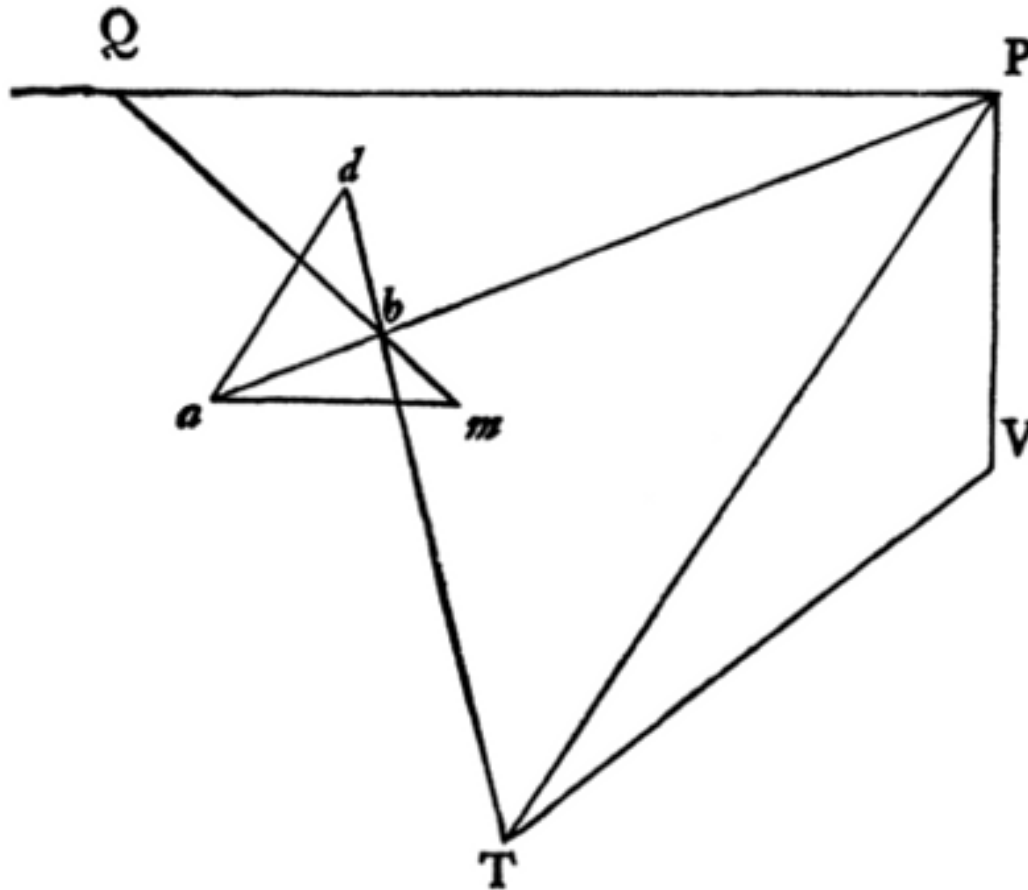
Я удаляю несколько ненужных линий с [последнего рисунка](#) и повторяю это здесь, на [рис. 77](#)., добавляя измерительную линию  $M$ , чтобы ученик мог наблюдать ее положение относительно других линий, прежде чем я уберу еще какие-либо из них.

Теперь, если бы линия А В на этой диаграмме представляла длину линии А В в действительности (как это *делает* А В на *фиг. 10.* и *11.*), нам остается только приступить к модификации *следствия III.* из *Задачи II.* к этой новой конструкции. Вскоре мы увидим, что А В не отражает фактическую

длину наклонной линии  $AB$  в природе, тем не менее сначала мы будем действовать так, как если бы это было так, и впоследствии изменим наш результат.

На [рис. 77](#). нарисуйте  $ad$  параллельно  $AB$ , вырезав  $BT$  в  $d$ .

Следовательно  $ad$  is the sight-magnitude of  $AB$ , as  $aR$  is of  $AB$  in [рис. 11. B](#)



**Рис. 78.**

Снова удалите с рисунка все линии, кроме  $Pv$ ,  $Vt$ ,  $Pt$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $a$  и измерительной линии.

Отмерьте по измерительной линии  $a$   $m$  равное  $a$   $d$ .

Нарисуйте  $Pq$  параллельно  $a$   $m$ , а через  $b$  нарисуйте  $mQ$ , сократив  $Pq$  в  $Q$ .

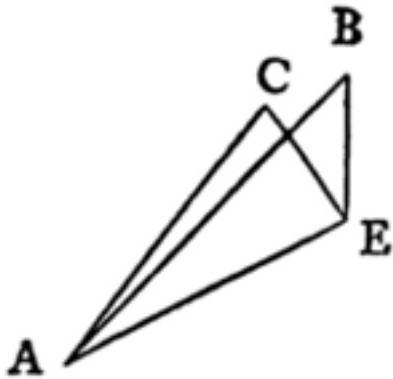
Тогда, согласно доказательству, уже приведенному на [странице 20](#),  $PQ = PT$ .

Следовательно, если  $P$  - точка схода наклонной линии  $Ab$ , а  $Qp$  - горизонтальная линия, проведенная через нее, сделайте  $Pq$  равным  $Pt$ , а  $a$   $m$  на измерительной линии равной видимой величине линии  $Ab$  на диаграмме, и линия, соединяющая  $m$   $Q$ , перережет  $a$   $P$  в  $b$ .

Следовательно, теперь мы должны рассмотреть, какое отношение длина линии  $Ab$  на этой диаграмме, [рис. 77.](#), имеет к длине линии  $Ab$  в действительности.

Теперь линия  $AE$  на [рис. 77](#). представляет собой длину  $E$  в реальности.

Но угол  $\angle AEB$ , [рис. 77](#). и соответствующий угол во всех построениях предыдущих задач, в действительности является прямым углом, хотя на диаграмме обязательно изображен тупым.



**Рис. 79.**

Следовательно, если из  $E$  мы проведем  $EC$ , как на [рис. 79](#)., под прямым углом к  $AE$ , сделаем  $EC = EB$  и соединим  $AC$ ,  $AC$  будет реальной длиной прямой  $AB$ .

Теперь, следовательно, если вместо  $a_m$  на [рис. 78](#). мы возьмем реальную длину  $AB$ , эта реальная длина будет относиться к  $a_m$  как  $C$  к  $AB$  на [рис. 79](#).

И затем, если линия, проведенная к измерительной линии  $Pq$ , все еще должна разрезать  $aP$  в  $b$ , очевидно, что линия  $Pq$  должна быть укорочена в том же соотношении, в каком была укорочена  $a_m$ ; и истинной точкой деления будет  $Q'$  на [рис. 80](#)., установленная так, чтобы  $Q'P$  должно относиться к  $QR$ , поскольку  $a_{m'}$  относится к  $a_m$ ;  $a_{m'}$  представляет реальную длину  $AB$ .

Но в  $m'$ , следовательно, к  $A$   $MAC-CAB$  в [рис. 79](#).

Следовательно,  $PQ'$  должно относиться к  $PQ$  так же, как  $C$  относится к  $B$ .

Но  $Pq$  равно  $Pt$  ([рис. 78](#).);  $aPv$  равно  $Vt$  (на [рис. 78](#).) как  $BE$  относится к  $AE$  ([Рис. 79](#).).

Следовательно, нам остается только подставить  $Pv$  вместо  $Ec$  и  $Vt$  вместо  $Ae$  на [рис. 79](#)., и результирующая диагональ  $Ac$  будет иметь требуемую длину  $Pq'$ .

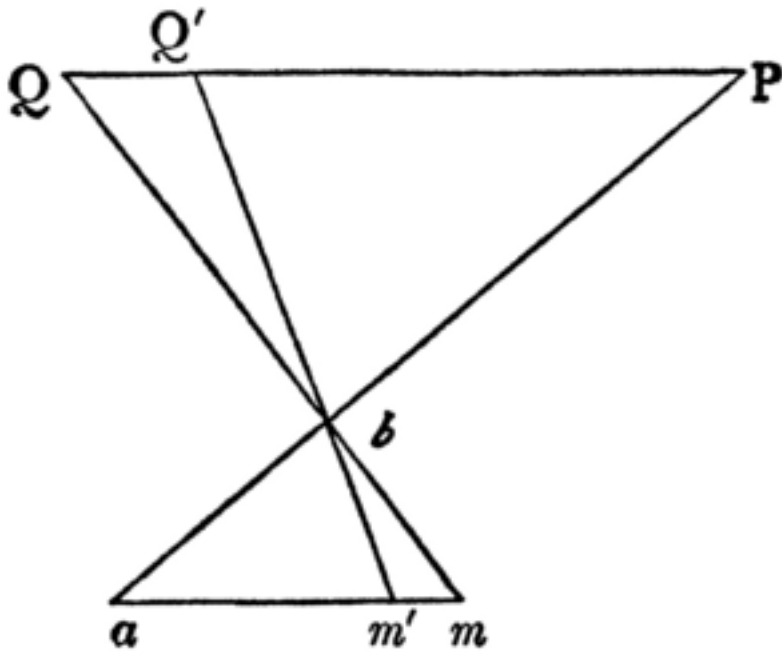


Рис. 80.

Будет видно, что конструкция, приведенная в тексте (рис. 46.), является простейшим средством получения этой величины для Vd нарис. 46. (или V M на рис. 15.) = V T по конструкции в задаче IV. Следует, однако, отметить, что расстояние Rq' или Rx на рис. 46. может быть нанесено на линию обзора самой наклонной плоскости, если измерительная линия проведена параллельно этой линии обзора. И, таким образом, любая форма может быть нарисована на наклонной плоскости так же удобно, как и на горизонтальной, за единственным исключением излучения вертикалей, которые имеют точку схода, как показано в задаче XX.

КОНЕЦ.

## Примечание переписчика

Исправлено несколько явных типографских ошибок.

Для большей наглядности несколько диаграмм были сдвинуты с их первоначального положения в тексте.

Изображения для разделов текста, где встречаются символы : ratio и :: proportion.

- [i]  $P' Q' : P Q :: S T : D T$  [Возврат к тексту](#)
- [ii] For by the construction  $A T : a T :: B T : b T$ ; [Возврат к тексту](#)
- [iii]  $A C : a c :: B C' : d e$ ; [Возврат к тексту](#)
- [iv]  $a c : b c' :: a v : b v$ ; [Возврат к тексту](#)
- [v]  $d e : b c' :: d T : b T$ . [Возврат к тексту](#)

- [vi]  $\therefore aV:bV::dT:bT;$  *Возврат к тексту*
- [vii]  $\therefore aR:TV::ab:bV.$  *Возврат к тексту*
- [viii]  $\therefore aR':MV::ab:bV.$  *Возврат к тексту*  
 $aR:TV::ab:bV—$
- [ix]  $\therefore aR':MV::aR:TV.$  *Возврат к тексту*
- [x]  $eb:ef::EB:AE.$  *Возврат к тексту*
- [xi]  $eb:ef::PV:VT.$  *Возврат к тексту*
- [xii]  $PV:VT::EB:AE.$  *Возврат к тексту*